CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
COMITATO NAZIONALE PER LA GEOGRAFIA

II

RICERCHE SULLE VARIAZIONI STORICHE DEL CLIMA ITALIANO

2

UMBERTO MONTERIN
Direttore dei RR. Osservatori di Meteorologia e Geofisica del M. Rosa

IL CLIMA SULLE ALPI HA MUTATO IN EPOCA STORICA?

C. N. R.
COMITATO NAZIONALE PER LA GEOGRAFIA
BOLOGNA 1937 - XV

Il clima sulle Alpi ha mutato in epoca storica?

Introduzione

L'ardua questione era già stata trattata dal Venetz [92] fin dal principio del secolo scorso e risolta in senso affermativo sulla base di numerosi elementi da lui raccolti e che comproverebbero — per usare le parole del Venetz — «que la température s'élève et s'abbaise périodiquement ».

Da allora, si è avuta al riguardo una larga letteratura con l'appoggio di nuovi documenti e prove di vario genere ma in prevalenza basata sui dati rilevati dalle vecchie « *Cronache* », alle quali, per quanto siano state giustamente valorizzate, venne forse talora attribuita una importanza maggiore al loro reale valore intrinseco, senza l'appoggio di altri elementi più concreti.

E così mentre da un lato si credette senz'altro di poter ritenere che le masse glaciali abbiano realmente avuto in passato una minore estensione perchè così affermavano le vecchie tradizioni, dall'altra si ebbe la severa critica scientifica di alcuni studiosi, di cui la più autorevole quella del Richter [72], che negò a queste tradizioni qualsiasi fondamento di verità.

Pochi anni or sono il Kinzl [56], in un poderoso quanto pregevole studio dedicato allo sviluppo postdauniano dei ghiacciai alpini, ha riassunto e sottoposto ad un ponderato esame critico tutti i vari elementi finora noti al riguardo, venendo alla conclusione che i grandi sviluppi delle masse glaciali del XVII secolo e della prima metà del secolo scorso furono i maggiori che si siano verificati in epoca storica.

Nello studio di questo grave problema delle variazioni del clima sulle Alpi mi sembra che non si sia tenuto abbastanza nel debito conto di alcuni elementi sussidiari, come ad esempio degli antichi canali d'irrigazione ed in modo particolare del limite superiore del bosco: una prova dell'abbandono di quelli e dell'abbassamento di questo per cause non antropogeografiche deve indubbiamente considerarsi come corrispondente ad una variazione climatica.

Alcuni fortunati ritrovamenti di alberi di alto fusto o dei relativi ceppi fatti di recente in Svizzera e sul nostro versante delle Alpi e che come si vedrà si ha ragione di ritenere che siano cresciuti in località più elevate all'attuale limite superiore del bosco, m'hanno indotto a riprendere l'argomento.

Parlando del limite superiore del bosco per dimostrare che realmente in epoca storica si è avuta una sensibile variazione climatica, dovrò di necessità riferirmi pure a tutti quegli altri elementi di fatto che comproverebbero questa variazione, tanto più che anche per questi ho qualche nuovo dato da portare.

Ciò premesso tratterò prima del limite superiore del bosco e successivamente degli antichi canali d'irrigazione, delle antiche vie di comunicazioni attraverso gli elevati valichi e per ultimo delle variazioni nello sviluppo delle masse glaciali.

Il limite superiore del bosco.

È noto che l'altitudine a cui arriva naturalmente il bosco varia sensibilmente da regione a regione e talora anche da bacino a bacino come pure da un versante all'altro nello stesso bacino sia per cause orografiche sia, anzi sopratutto, per effetto della varia esposizione. È stato pure constatato che qualche abbassamento si è verificato qua e là per cause non climatiche, specialmente nelle località accessibili al bestiame e per conseguenza meglio sfruttabili come pascolo, e ciò talora in modo lentissimo senza l'immediato e diretto intervento dell'uomo. Ciò nondimeno, fatta astrazione di queste variazioni locali, il suo limite superiore si presenta relativamente ben netto e fisso; per conseguenza la constatazione di un qualsiasi abbassamento come pure di un innalzamento non può che venire ricollegata a cause climatiche.

Già verso la metà del secolo scorso [62, 63], durante alcuni lavori eseguiti per facilitare lo scolo delle acque nella piana dell'alpe Bett nell'*Oberteil* dell'alta valle di Gressoney, erano venuti alla luce parecchi grossi ceppi di pino cembro del diametro di oltre 50 cm. e di cui alcuni sono ancora visibili sul lato occidentale di detto pianoro. La località in cui furono trovati questi ceppi trovasi a circa 2200 metri e al di sopra del limite attuale del bosco. Infatti attualmente gli ultimi larici isolati compaiono a m. 2150, e, si noti bene, non soltanto in corrispondenza della citata alpe — il che potrebbe far dubitare che si abbia potuto verificare un abbassamento non naturale — ma anche tanto a monte che a valle, dove, per le particolari condizioni orografiche, è da escludersi in modo tassativo l'intervento più o meno diretto dell'attività umana.

Pochi anni or sono all'alpe Gabiet a m. 2350, che trovasi proprio di fronte all'alpe Bett, ma sull'opposto versante, nel fare lo scavo per la costruzione di una nuova *casera,* venne pure trovato un enorme ceppo di pino cembro del diametro in corrispondenza dell'inizio del tronco di circa 60 cm. Tutta la regione dell'alpe Gabiet trovasi per intero al di sopra del limite

attuale del bosco e, data la sua particolare ubicazione molto addentrata nella catena spartiacque Lys-Sesia, anche molto lontana in senso orizzontale dagli ultimi larici, che su questo versante in nessun punto superano i 2180 metri.

E' bene far notare che alcuni dei vecchi ceppi trovati alle alpi Bett e Gabiet avevano ancora le proprie radici infossate naturalmente nel terreno e per conseguenza è da escludersi che essi siano stati portati così in alto per qualche uso, ad esempio come legna da ardere.

Una diecina d'anni fa, allorchè venne abbassato il livello del Lago Gabiet (m. 2340), per la costruzione della diga di sbarramento, con grande meraviglia di tutti venne trovato immerso nella melma un grosso ceppo di pino cembro. Indubbiamente esso doveva provenire dal versante orientale del Seehorn (= Corno del Lago Gabiet) donde era stato sradicato e trascinato giù nel lago da una valanga o da una frana che sono molto frequenti su questo versante. Tale supposizione, che sembra la più logica, sarebbe confortata dal fatto — riferitomi da parecchie persone degne di fede — che verso la fine del XVIII secolo era stato trovato, beninteso morto, un ceppo di pino cembro ancora radicato nel terreno verso la vetta del citato Seehorn e per conseguenza ad una altitudine di oltre 2500 metri. Se un pino cembro ha potuto allignare ad una altitudine così elevata bisogna ammettere che il clima sia stato sensibilmente più mite nei secoli che precedettero i grandi sviluppi glaciali del XVII secolo e della prima metà del XIX.

Per la valle di Gressoney debbo ancora ricordare un altro fatto non meno singolare e sintomatico allo scopo e che è tuttora visibile e controllabile. Sul versante di Gressoney della catena spartiacque Lys-Evançon e precisamente tra le Punte Taille e Taf, si estende il secolare e magnifico bosco a conifere di Cialvrina, il quale, anche per la sua particolare posizione, è uno dei pochi casi nei quali lo sviluppo si presenta ancora allo stato naturale senza le restrizioni dovute all'opera diretta o indiretta dell'attività umana e ciò particolarmente nella parte più elevata che d'altra parte è per noi la più interessante.

Il bosco continuo s'arresta in media verso 2150 metri mentre gli alberi isolati non si spingono oltre i 2200 m. Ora poco sotto il *Furkelte* (= colletto) per il quale di consueto si passa per portarsi ai Laghi di Frudière o per salire al Marienhorn, ad una quota di circa 2300 m. si trovano, frammisti ai materiali di una frana rocciosa, numerosi ceppi e tronchi interi di alberi dei quali alcuni hanno delle dimensioni tali che a mala pena possono venire abbracciati. Evidentemente essi dovevano far parte di un bosco cresciuto almeno una cinquantina di metri più in alto e portati in basso per il distacco della frana. Ne consegue che l'antico limite del bosco rado doveva essere non meno di 200 metri più elevato di quello attuale.

Tutti i fatti suesposti mi sembrano tali che nessun'altra giustificazione si potrebbe dare per essi se non ammettendo in precedenza un più elevato limite del bosco, seguìto successivamente da un abbassamento del medesimo.

Un rilievo del tutto particolare merita la presenza dei ceppi trovati nelle alpi Gabiet e di Bett, non solamente per la loro elevata altitudine, ma sopratutto per la prevalenza della specie dell'essenza a cui appartengono i detti ceppi: ossia del pino cembro che ora è del tutto *scomparso,* esistendo attualmente un solo rachitico esemplare in tutta la testata della Valle di Gressoney. Eppure nel XVI e nel XVII secolo esso doveva essere ancora piuttosto abbondante ed in grossi esemplari — come anche l'abete rosso del quale pure tuttora si trovano soltanto pochissimi esemplari — perchè nei vecchi *stadel* (granai e fienili) di quell'epoca, parte dei tronchi sono di pino cembro e della medesima essenza, oppure di abete, sono talora anche le porte, i grossi cassoni per la conservazione delle granaglie, nonchè il pavimento a steppe per la battitura della segala e dell'orzo.

Nell'alta Valtournenche e precisamente all'alpe Cignana (m. 2110) una diecina di anni or sono, durante i lavori di scavo per la costruzione della nota diga di sbarramento, vennero a giorno numerosi e grossi tronchi di conifere di alto fusto. Sebbene in tutta la regione circostante attualmente il bosco risulti scomparso, ad ogni modo — considerato che sull'opposto versante della valle verso Cheneil e Chamois il bosco si spinge tuttora verso i 2200 metri — rimane alquanto dubbio se in questo caso l'abbassamento del limite del bosco sia stato un fenomeno naturale oppure dipendente dall'alpeggio, che in questo bacino ha avuto in passato uno sviluppo piuttosto notevole.

Di un caso alquanto interessante ho avuto notizia dal prof. Valbusa per l'alta valle del Po a monte di Crissolo. Durante alcuni scavi che egli fece eseguire nella soglia del Lago Fiorenza (m. 2110), onde ricercare la roccia in posto sottostante per l'eventuale costruzione di una diga di ritenuta, venne trovato un grande accumulo di secolari tronchi di larice. Il Valbusa ritiene che essi abbiano fatto parte di un bosco che in epoca indeterminata doveva esistere anche sui pendii del versante orientale sino ad un'altezza media di 2300 m. circa e che di lassù siano stati portati in basso nel lago probabilmente da una valanga e non caduti per vetustà, nonostante le loro rispettabili dimensioni.

Attualmente nella Valle del Po propriamente detta il bosco arriva al Pian Melzè (m. 1761) che, come dice il nome stesso, doveva essere un tempo coperto da una gran foresta di larici. Anche nelle regioni circonvicine, come ad esempio nella conca di Oncino, il bosco non supera i 1800 m. (Si tenga all'uopo presente che nelle Alpi Cozie il limite climatico del bosco è molto meno elevato che nelle Alpi Pennine). Questo limite è indubbia-

mente più basso di quello naturale, quale comporterebbero le attuali condizioni climatiche. Comunque anche volendo ammettere che, per effetto di varî fattori antropogeografici — soprattutto in dipendenza del disboscamento operatosi all'epoca dell'intenso commercio del sale dalla Provenza in Piemonte — abbia potuto subire un abbassamento di 200 metri e che per conseguenza il limite naturale debba trovarsi verso i 2000 metri, ossia all'altezza del Pian del Re, all'epoca in cui esisteva l'antico bosco del Lago Fiorenza il limite superiore dovette essere di ben 300 metri più elevato.

Già il Venetz (op. cit.) aveva pure elencati alcuni ritrovamenti di tronchi d'alberi al di sopra del limite del bosco. Riporto i casi più importanti: verso il ghiacciaio della Valsorée nella Valle d'Entremont era stato veduto da persone degne di fede, molto al di sopra delle foreste più elevate, un tronco d'albero di straordinaria grandezza. Pure all'alpe di Sanetsch era stato trovato un grosso albero, adoperato poi per legna da ardere, mentre in nessuna parte di detta regione, anche nelle più inaccessibili, crescono degli alberi a quell'altezza. E così ancora nella Valle di Bagnes vennero trovati un tronco di larice ed uno di pino cembro in località differenti al di sopra del limite del bosco di allora. Ricorda per ultimo il Venetz che allorquando fu aperta la strada del Sempione alla sommità del colle vennero disotterrate delle radici di alberi, mentre a quell'altezza non se ne trovano più.

I predetti ritrovamenti citati dal Venetz come quelli ricordati prima da me sono indubbiamente molto importanti perchè rilevati dopo il grande sviluppo glaciale della prima metà del secolo scorso. Per quanto essi non possano spiegarsi se non come conseguenza d'una variazione delle condizioni climatiche, tuttavia non la comprovano in modo diretto. Torna quindi quanto mai di particolare interesse il reperto da me fatto nella scorsa estate, e di cui dirò ora, perchè esso viene a comprovare direttamente l'avvenuta variazione nelle condizioni climatiche.

Negli ultimi giorni del settembre scorso ho trovato adagiato ai margini della fronte del Ghiacciaio Grande di Verra nell'alta Valle d'Ayas, un tronco di conifera lungo poco più di 5 m. ed avente nella parte mediana un diametro di 16 cm.

I due estremi del tronco apparivano rotti accidentalmente, così dicasi pure dei rami in corrispondenza delle rispettive inserzioni al tronco. La superficie di questa risultava quasi ovunque liberata della parte corticale; dove ancora sussisteva essa si presentava abbondantemente impregnata di finissimo limo serpentinoso. Nessun indizio rilevai che facesse presumere che il tronco abbia comunque subìto delle forti compressioni.

Segata una sezione nella parte mediana, il legno si presentava ancora sanissimo, soltanto in qualche punto verso la periferia denotava un prin-

cipio di decomposizione, dimodochè dopo una accurata levigatura, tutta la struttura e particolarmente i cerchi dei successivi accrescimenti annuali dell'alburno e del durame apparvero nitidissimi. Questi però, specialmente alla periferia, si fanno talmente minuti e ravvicinati fra di loro da risultare individuabili soltanto con una lente a forte ingrandimento. Ho così potuto conteggiare ben 540 cerchi complessivi di durame e di alburno, regolarmente alternantisi dimodochè il nostro albero avrebbe una età di ben 270 anni.

Io lo ritenni un larice, però per maggiore sicurezza parvemi opportuno richiedere il parere di un botanico e precisamente del prof. Negri, dell'Università di Firenze, il quale gentilmente ebbe a comunicarmi che si trattava di un abete e più propriamente dell'abete rosso = *Picea excelsa*. Tale determinazione ha notevolmente aumentata l'importanza del reperto soprattutto in rapporto all'altitudine della località in cui venne trovato che è di m. 2250 in cifra tonda.

Ciò premesso si presenta il non facile problema di precisare la sua origine ossia di determinare la probabile località in cui ebbe a crescere. Molteplici ragioni ci permettono di poter escludere in modo sicuro che esso sia venuto a trovarsi là per l'intervento diretto od indiretto dell'uomo, come ho cercato di dimostrare in una mia comunicazione all'Accademia delle Scienze di Torino.

Del resto si può prescindere *a priori* da ogni possibilità al riguardo per i due seguenti fatti incontestabili: prima di tutto per la grande sproporzione fra il numero dei cerchi corrispondenti agli accrescimenti annuali, rapporto che comprova che la pianta dovette essere cresciuta in una zona molto elevata dove il periodo vegetativo era molto ridotto e per conseguenza ad una altitudine più elevata di quella ove fu trovato e comunque giammai più bassa. In secondo luogo l'impregnazione di limo serpentinoso ci dimostra che il tronco era rimasto per un determinato periodo di tempo, e non certo breve, ricoperto dalla massa glaciale o immerso nel minuto limo glaciale.

Faccio ancora rilevare che a monte della sezione passante per il Lago Bleu e la fronte gli alberi scompaiono completamente: nessun albero è visibile in tutta questa regione superiore, nè sui due versanti, nè sul fondo valle. Del resto nulla esclude che in passato il bosco, anche se rado, abbia potuto sussistere più a monte di detta sezione, tanto sul fondo valle quanto sul versante sinistro; meno probabile invece su quello destro (versante di testata dei banchi serpentinosi) perchè la roccia è tutta fratturata ed in continuo sfacelo. Ma tutto ciò non ha importanza per riguardo al nostro abete, perchè il ghiacciaio (e così anche il punto in cui fu trovato il tronco) si trova sopraelevato rispetto al fondo vallivo già d'una diecina di metri in corrispondenza della fronte, aumentando gradatamente fino a un centinaio di

metri nel bacino superiore di Verra. In conseguenza il tronco non può esser venuto da uno dei due versanti vallivi, tanto meno poi per la ragione che il ghiacciaio si trova chiuso fra le sue alte morene laterali.

Premesso, come si vedrà meglio in seguito, che i ghiacciai a partire dalla metà del XVI secolo non ebbero mai uno sviluppo minore all'attuale, si potrebbe ammettere che il nostro abete, prima di tale epoca, sia cresciuto nella regione ora occupata dal ghiacciaio. In tal caso però il suo punto d'origine avrebbe dovuto essere tra i 2500 ed i 2600 metri, perchè per rimanere nascosto entro la massa glaciale poco più di 3 secoli, ricomparendo solo ora, avrebbe dovuto percorrere circa km. 2,5, dato che la velocità di discesa della massa glaciale sia stata di 80 metri all'anno come ho misurato al ghiacciaio del Lys (m. 2500:80 = 301 anni).

Ma questa eventualità dev'essere pure scartata perchè il tronco si presenta intatto, nè dimostra di aver subita qualsiasi forte comprensione, il che certamente si sarebbe verificato qualora avesse dovuto compiere un così lungo tragitto immerso nella massa glaciale per la durata di 3 secoli.

Non rimane quindi altra possibilità che quella di ammettere che esso sia cresciuto poco a monte dell'attuale fronte e ben inteso, dopo esser stato abbattuto dal ghiacciaio sopravanzante, e che non sia rimasto inglobato nella massa di questo, perchè in tal caso, data la velocità di discesa di quella, sarebbe stato rigettato già da qualche secolo, ma bensì entro il minuto detrito della morena di fondo, dove è rimasto per tanti secoli e donde solo ora è ricomparso alla luce per l'enorme ritiro di questi ultimi anni.

Al riguardo si potrebbe obiettare che per effetto dell'erosione glaciale il tronco avrebbe dovuto venire fortemente frantumato e comunque riportato a giorno già da molto tempo. La natura litologica, ma soprattutto le condizioni orografiche del bacino dimostrano che la mia ipotesi è pienamente fondata.

Premetto, lasciando da parte tutte le concezioni unilaterali dei fautori e degli oppositori intransigenti dell'erosione glaciale, che questa si esplica quasi esclusivamente in corrispondenza alla base delle rotture di pendenza dell'alveo, come del resto ammette il Rovereto nel suo classico trattato di Geomorfologia. Essa può invece essere quasi nulla nelle parti pianeggianti e debolmente inclinate soprattutto se il tragitto è molto lungo.

Dalla displuviale Breithorn-Schwarzthor fino al Pian di Verra (m. 2047) l'unica rottura di pendenza è data dal gradino sottoglaciale che dal Schwarzthor corre diagonalmente alla Gobba di Rollin. Già la parte a monte di detta sezione, non offre eccessive pendenze, ma è particolarmente quella a valle della medesima che si presenta a lievissima pendenza. La sua uniformità è tale da determinare per oltre 4 km. la principale caratteristica di questa enorme fiumana glaciale. Ne consegue che l'erosione dell'alveo sottoglaciale per opera del ghiacciaio dev'essere molto lieve per non dire

nulla. Anzi aggiungerò che particolarmente a valle de La Brunecca il fondo sottoglaciale anzichè approfondirsi per erosione va lentamente innalzandosi per il sovraccumularsi del materiale morenico di fondo. Ed è appunto in grazia di questo fatto che la massa glaciale specialmente a valle della fronte del ghiacciaio Piccolo di Verra, risulta sopraelevata rispetto alla doccia valliva.

Anche nei periodi di più attivo progresso i materiali morenici trasportati dalla massa glaciale, e che comunque cadono dai bordi interni o attraverso i crepacci sul fondo, non vengono che debolmente sospinti in avanti, anzi piuttosto scavalcati dalla massa glaciale. Ciò si è potuto verificare molto bene presso la fronte all'epoca dell'ultimo periodo di progresso del 1920.

Infatti ora che la massa glaciale s'è ritirata di qualche centinaio di metri a monte, tutta la regione interna già occupata dal ghiacciaio si presenta convessa anzichè concava come per il ghiacciaio del Lys, appunto perchè il ghiacciaio ha lasciato in posto scavalcandoli tutti i materiali morenici trasportati sulla sua superficie.

Lo stato attuale di tutta la regione valliva fino ai pressi del Piano di Verra ci conferma che anche in passato si dovette verificare un uguale esagerato accumulo del detrito morenico. I limiti estremi dei massimi di sviluppo del principio del XVII secolo e del XIX secolo non ci sono infatti rilevati da regolari archi morenici frontali come in genere per gli altri ghiacciai, ma soltanto da una enorme dorsale a gradinata rilevata nel mezzo, nel senso longitudinale e degradante verso i due bordi.

La particolare natura litologica dell'intero bacino scavato nei serpentini e serpentinosisti estremamente fratturabili e talora spappolabili, facilita in pari tempo questo enorme accumularsi in sito del materiale morenico. Tenuto conto di tutto ciò ci si rende facilmente ragione del perchè il tronco di abete non sia stato trasportato a valle dal ghiacciaio durante i precedenti periodi di progresso venendo invece soltanto ora alla luce coll'eccessivo regresso di questi ultimi anni. Cresciuto poco a monte della regione frontale del ghiacciaio attuale, allorchè questo dovette avere uno sviluppo alquanto inferiore a quello di oggidì, in seguito al progresso della fine del XVI secolo o del principio del XVII, venne abbattuto ed inglobato entro la massa detritica di fondo. Ed è rimasto pressapoco dove era cresciuto o tutt'al più sarà stato trasportato verso valle di qualche diecina di metri inglobato nel materiale morenico di fondo, che il ghiacciaio nel suo sopravanzare ha scavalcato nè più rimosso di molto.

Considerato che il tronco da me trovato è un abete — ossia d'una conifera, caratteristica d'un clima caldo-umido, che notoriamente alligna di preferenza all'ombra di altre piante ed il cui limite altimetrico attualmente, per quanto ho sempre osservato, è più basso del larice e del pino cembro — è da presumersi che tutta la regione frontale fosse un vero bosco più o meno

fitto ed il cui limite superiore doveva trovarsi molto al di sopra dell'attuale fronte glaciale. Molte piante coll'avanzarsi della massa glaciale saranno state trasportate a valle, altre inglobate entro l'enorme ammasso morenico nel quale si troveranno tutt'ora.

Dell'esistenza di questo antico bosco abbiamo una prova diretta in quei numerosi larici, ormai morti, che tutt'ora si vedono sporgere fuori in mezzo alle acque del Lago Bleu sul fianco destro. La loro posizione mette fuori di dubbio che essi crebbero allorchè il lago non esisteva ancora. L'origine di questo è relativamente recente e collegata ad una dei grandi progressi glaciali dei secoli scorsi.

Il ghiacciaio che all'epoca dei suoi massimi sviluppi del XVII e XIX secolo, aveva spinta la fronte fino al ponte del Pian di Verra, deve aver avuta una notevole potenza allargandosi enormemente all'altezza dell'attuale lago verso occidente, fino a raggiungere e risalire di alcune diecine di metri il fianco vallivo. Per effetto di questo allargamento del ghiacciaio anche la relativa morena di destra subì una brusca svolta ostruendo il regolare deflusso delle acque di scolo del versante vallivo e di quelle filtranti attraverso la morena e determinando per conseguenza la formazione dell'attuale tipico lago di sbarramento morenico. Il grande arco morenico che racchiude a valle e ad oriente il lago contro il fianco vallivo ha un aspetto molto fresco, il che potrebbe far credere senz'altro che esso corrisponda al massimo sviluppo del 1820. Nulla esclude che detto materiale sia soltanto superficiale e che ricopra la preesistente morena del massimo sviluppo del principio del 1600, come ad esempio si osserva molto bene per la grande morena di Salzen al ghiacciaio del Lys in Val di Gressoney. E per conseguenza è probabile che anche la formazione del lago dati da quell'epoca.

Esaminate così sotto i suoi varii aspetti il problema connesso al tronco di abete da me trovato, possiamo senz'altro venire alle conclusioni che da esso si possono trarre e che sono di notevole importanza. Poichè, come ci sembra di aver ampiamente comprovato, il detto tronco è cresciuto pressapoco nella regione ora occupata dall'attuale lingua glaciale, bisogna logicamente venire alla conclusione che in quell'epoca i ghiacciai delle Alpi abbiano avuto uno sviluppo sensibilmente inferiore all'attuale e che per conseguenza anche il limite superiore del bosco fosse più elevato rispetto al presente non meno di 300 metri. Questa cifra deve considerarsi come un minimo assoluto, poichè, non potendosi stabilire nemmeno una cifra approssimativa, nulla esclude che il limite climatico del bosco possa anche essere stato più elevato del doppio.

E siccome risulta in base ai cerchi di crescita annuale che il periodo vegetativo della pianta è stato di poco inferiore ai 300 anni e tenuto conto che qualche diecina di anni saranno pur trascorsi prima che il terreno si presentasse in condizioni biologiche adatte per l'attecchimento dell'abete si

deve dedurre che il periodo corrispondente alla riduzione delle masse glaciali ebbe una portata ben diversa dalle comuni oscillazioni essendo stato di una durata di parecchi secoli. In conseguenza si dovettero avere delle condizioni climatiche un po' diverse, venendo a confermare le conclusioni alle quali eravamo pervenuti a proposito degli antichi ceppi trovati in zone poste al di sopra dell'attuale limite superiore del bosco.

Non è la prima volta che presso le fronti glaciali vengono trovati dei legni. Già fin dal 1901 il Correvon trovò al ghiacciaio di Aletsch i resti di una foresta di larice. Dice il Correvon: « Nous venons de découvrir sur les confins du glaciers d'Aletsch et sur les deux rives de ce glacier, dans sa partie terminale les vestiges d'une belle forêt de mélèzes... » [35].

Al riguardo torna quanto mai interessante l'osservazione fatta da E. Eugster di Briga alla fronte del medesimo ghiacciaio e comunicata al dott. E. Hess [49]: « Am Aletschgletscher traten beispielsweise an Stellen, die 1920 noch mit Eis bedeckt waren, Lärchenstöcke hervor, die in der Erde verwurzelt sind, also vom Gletscher nur oberflächlich abgerieben, nicht aber entwurzelt wurden ».

Pure alla fronte del ghiacciaio di Findelen nella valle di Zermatt durante le consuete misure di controllo delle oscillazioni, vennero trovati fin dal 1931 dei legni rigettati dal ghiacciaio. Altri esemplari furono ancora trovati in tutti gli anni successivi. Trattasi in prevalenza di resti di pino cembro con una piccola percentuale di campioni di larice. Tali ritrovamenti furono oggetto di un accurato studio critico del Dr. E. Hess comparso su « Die Alpen » (op. cit.). A differenza del tronco trovato da me al ghiacciaio di Verra, i legni del ghiacciaio di Findelen presentano delle deformazioni dimostrando di aver subìto delle forti compressioni durante la loro permanenza nell'interno della massa glaciale. In base alle indagini eseguite sull'intera regione, l'Hess viene alla conclusione che in passato il limite superiore del bosco doveva realmente essere di circa 200 metri più elevato del presente. Aggiunge però che « Das Verschwinden dieser Wälder ist auf menschliche Einflusse zurück-zuführen ».

Non escludo che per certi versanti e per il bosco di Findelen in particolare si sia potuto verificare un abbassamento per ragioni antropogeografiche, però il fattore umano non ha avuto alcun rapporto col tronco di abete da me trovato al ghiacciaio di Verra il cui abbattimento è stato provocato unicamente da un maggior sviluppo della massa glaciale.

Come già si è detto e meglio si vedrà in seguito i maggiori progressi glaciali dei quali si ha notizia in epoca storica sono quelli che si sono succeduti dal principio del XVII secolo alla metà del secolo scorso. La grande espansione delle masse glaciali in questo lungo periodo fu necessariamente provocata da un sensibile peggioramento nelle condizioni climatiche, peggio-

ramento che contemporaneamente ebbe pure a determinare l'abbassamento del limite superiore del bosco come ben comprovano i resti di alberi trovati qua e là sulla catena alpina in zone più elevate dell'attuale limite superiore.

Per quanto questo abbassamento si sia svolto lentamente, ciò nondimeno esso non era neppure sfuggito all'osservazione dei nostri montanari. Infatti da una relazione del 1783 di Vignet des Etoles sulle condizioni delle foreste nella valle d'Aosta apprendiamo che « dans quelques localités, comme Cogne, La Sale, Courmayeur, on s'etonne de ce que les bois ne repoussent plus sur les sommités même après un siècle. On attribue cela à l'augmentation des glaciers... » [93]. Questa testimonianza ha tanto maggior valore essendo stata fatta verso la fine del XVIII secolo e quindi in epoca anteriore ai grandi massimi del 1820 e del 1855.

Se il limite superiore del bosco di conifere ha subito un abbassamento per il peggioramento nelle condizioni del clima è verosimile che si sia pure verificato un abbassamento o comunque una variazione di altre determinate specie vegetali molto sensibili alle influenze climatiche. Nel mio citato studio sulla valle di Challant [62] avevo già fatto rilevare come il ciliegio, il noce e la vite si spingessero un tempo molto più in alto. Così ceppai di viti vennero trovati a S. Valentino (circa 1300 m.) sotto Brusson durante i lavori della costruzione della strada carrozzabile. Radici di viti sono venuti inoltre alla luce anche in questi ultimi anni nel dissodare alcuni terreni di Curien a m. 1250 mentre attualmente il limite superiore della vite nella valle di Challant non supera gli 800 metri.

Il Peola nel suo studio sulla coltivazione dell'olivo in valle d'Aosta [69] ricorda che da documenti storici risulta che in tempi anteriori ai nostri, l'olivo fu coltivato in questa valle ed ha fruttificato, mentre attualmente non può essere coltivato se non come albero di ornamento.

Del resto già il Venetz (op. cit.) oltre un secolo fa ebbe a rilevare che nel Vallese il ciliegio subì un notevole abbassamento. Detto autore ha ancora ricordato molte altre località del Vallese poste molto al di sopra del limite normale della vite e del noce, dove al principio del secolo scorso non davano frutti nemmeno i ciliegi, mentre molte vestigie e testimonianze comprovavano che in passato esistevano dei vigneti e dei noceti. Così presso Taerbel nella Valle di Viège, una proprietà detta *Zur Stapfen* doveva annualmente alla chiesa principale di Viège una certa quantità di olio di noce proveniente da detta proprietà, dove all'epoca del Venetz (1821) esisteva soltanto uno striminzito ciliegio.

I varî elementi portati a conforto d'un abbassamento del limite superiore della vita vegetativa sono talmente tanti e per di più così concordanti fra di loro che mi sembra fuor di luogo il mettere in dubbio la reale esistenza d'un periodo a clima più mite nei secoli che precedettero il grande sviluppo delle masse glaciali iniziatosi verso la metà del XVI secolo.

Gli antichi canali d'irrigazione.

Ho già avuto occasione di ricordare in un mio lavoro di alcuni anni fa la grande importanza che i canali d'irrigazione hanno avuto ed hanno tutt'ora nell'economia agricola delle regioni montane, specialmente nei bacini chiusi a scarsa precipitazione come quelli della Valle d'Aosta e del Vallese [62].

Una sistematica, minuziosa ed accurata indagine sulla loro ubicazione e distribuzione e relativa epoca della costruzione, determinando il numero di quelli che vennero successivamente abbandonati ricercandone l'epoca approssimativa e le cause determinanti il loro abbandono, sarebbe un'opera interessantissima e d'indubbia utilità ai fini della ricerca sulle variazioni climatiche.

L'abate Henry, l'arguto e brillante storiografo della Valle d'Aosta, a proposito dei canali della sua valle giustamente dice: « Le réseau d'irrigation de la Vallée d'Aoste était autrefois complet. C'était même le plus perfectioné de toute la chaîne des Alpes. Les collines, les forêts, les alpages, les précipices étaient traversés de grands ruisseaux ou rus, qui allaeint puiser l'eau dans les hauts torrents et l'amenaient dans les pays habités, transformant les localités, au-dessous de leur cours, en zones immenses de verdure. Ce sont nos vénérables ancêtres, qui ont creusé partout ces artères fécondantes » [46]. Grazie a questa fitta rete di canali i valdostani riuscirono a dare un impulso fiorentissimo alla produzione agricola anche nelle regioni più elevate dimodochè « non seulment ils produisirent de quoi se nourrir abondamment; mais ils purent, bien souvent, exporter et fournir de denrées alimentaires les voisins du Valais, par les cols de Saint-Théodule et du Grand-Saint Bernard ».

Anche alla testata della valle di Gressoney, per quanto questa goda di un clima meno secco della valle d'Aosta propriamente detta, trovandosi contigua al bacino umido della Valsesia, aveva in passato una abbondante rete di canali. Di essi al presente sono ancora in attività due soli: quello di Lavetz che capta le acque del torrente glaciale Indren e quello che porta le acque del torrente glaciale Netscho all'Alpe inferiore di Spilmannsberg, oltre ad altri pochi di minore importanza.

Tutti gli altri invece sono abbandonati, nè a memoria d'uomo si sa che siano stati adoperati. Eppure essi in epoca storica relativamente recente ebbero a rappresentare una parte importantissima nello sviluppo agricolo di quelle elevate regioni — che dovevano provvedere tutto da sè — come ci dimostrano i resti e le traccie della loro esistenza che ancora sono visibili in diversi punti. Ricordo il grande canale che irrorava le ampie zone di Be-

demie e di Orsia intese in senso lato. I grandi benefici che le dette regioni avevano tratto da questo canale ci vengono chiaramente comprovati dalla sua denominazione di Nidelgasse (= vicolo della panna) che tutt'oggi conserva. Esso captava le acque del torrente Indren allo sbocco della piana omonima poco a monte della grande « *marmitta dei giganti* ». Attraversava, tenendosi a mezza costa, tutti pascoli dell'alpe Gabiet dove, prima di dirigersi verso l'alpe Rikka, sul fianco sinistro, ossia alla base del Seehorn, confluiva con l'altro ramo proveniente dal « *Gemein-Moos* » (antico lago di colmataggio di Taille), le cui acque erano state captate a mezzo di un canale sotterraneo — vera opera d'ingegneria idraulica — i cui resti vennero messi alla luce all'epoca dei recenti lavori alla diga settentrionale del Lago Gabiet.

Un altro canale non meno importante di quello Gabiet-Orsia aveva inizio all'alpe Cortlys e dopo aver ricevuta la confluenza d'un secondo ramo proveniente direttamente dal Lys, attraversava l'alpe Weng e, tenendosi molto in alto in mezzo al bosco sul versante sinistro della valle, irrorava tutta l'ampia conca a seminativi di Tschaval. L'esistenza di questo canale, non era conosciuta, per quanto mi consta, dalla popolazione montanara dell'Oberteil; i suoi ruderi con i relativi muri di sostegno vennero da me scoperti per lunghi tratti, e per puro caso, nell'autunno del 1934 sotto i precipizi di Ekke.

Altri due canali, ma di minore portata, prendevano rispettivametne le acque del torrente Bettlino per portarle all'alpe Trejen e del torrente Netscho per condurle all'alpe superiore di Spilmannsberg.

Ma un'importanza di gran lunga maggiore al nostro scopo rappresenta l'antico canale del « *plateau* » del Lys, pur esso abbandonato da tempo immemorabile e che irrigava i pascoli, anche quelli più elevati, dell'alpe Salzen di Dentro. Le traccie di questo canale sono sopratutto riconoscibili a monte della cosidetta « *Piana della Lapide* », donde, prima in lieve risalita e poi quasi in piano, girando l'ampio pendio del versante vallivo termina bruscamente al contatto della grande morena laterale di sinistra del ghiacciaio di Salzen (= ramo sinistro del ghiacciaio del Lys). Siccome sul lato esterno di questa morena — che d'altra parte per la sua freschezza deve presumibilmente corrispondere al massimo sviluppo del 1820, ricoprendo forse quella del massimo del principio del 1600 — non scorrono acque nemmeno in piccola quantità in nessun periodo dell'anno, vien naturale di ritenere che la morena non esistesse. In conseguenza in origine il canale doveva continuare ancora oltre per captare le acque direttamente dal ghiacciaio e che soltanto in seguito coll'aumento di questo sia stato ricoperto dalla morena.

A nessuno può sfuggire la somma importanza che questo fatto rappresenta ai fini della nostra indagine. Ma anche prescindendo dalle conclusioni

di indubbio valore che si potrebbero trarre da questo caso specifico in cui l'abbandono del canale fu dovuto ad una forza maggiore, vediamo quali possono essere state le ragioni che determinarono l'abbandono di un così gran numero di canali.

L'abate Henry trattando in generale dei canali della valle d'Aosta dice testualmente: « L'irrigation valdôtaine était en pleine efficacité, et dans tout son épanouissement, lorsqu'arriva la peste de 1630. Alors, faute de bras d'hommes pour les réparer, une grande partie des rus, qui avaient coûté tant de travaux et de peine, furent abandonnés. Ils portent aujourd'hui les noms tristes *de rus morts, rus de pan perdu.* On en trouve encore beaucoup de vestiges: lambeaux de murs, piliers, arcs jetés sur des précipices, arbustes alignés, sentiers gazonnés presque horizontaux courant dans des forêts... » (op. cit.).

Non escludiamo che una così tremenda calamità abbia potuto realmente determinare un abbandono o un rallentamento nella manutenzione dei canali, ma d'altra parte siamo altrettanto persuasi che essi dopo il primo momentaneo abbandono sarebbero stati certamente rimessi in piena attività se le condizioni agricole l'avessero richiesto necessario. L'attività umana è inesauribile! La storia c'insegna ampiamente che anche dopo le più grandi sciagure un popolo è capace e sa riprendersi in pieno.

Del resto le ripercussioni della peste sull'attività agricola della nostra regione non fu così grave come farebbe presupporre l'affermazione dell'abate Henry. È noto infatti che la peste fece pure strage fra la popolazione della valle del Lys, ciò nondimeno la maggior parte delle vecchie case tutt'ora esistenti nell'alta valle di Gressoney datano dal XVII secolo tanto della prima che della seconda metà e del principio del XVIII secolo. Aggiungerò di più che gli *stadel,* con o senza i pilastri di sostegno — le tipiche costruzioni in legno, adibite esclusivamente per il ritiro dei prodotti agricoli (fieno e granaglie) — che attualmente esistono ancora, sono tutti del XVII secolo. Se si sentì il bisogno di aumentare gli *stadel,* vuol dire che l'agricoltura anzichè languire ebbe maggiormente a prosperare. Nè dovettero punto mancare le braccia per lavorare i campi se si sentì il bisogno di fare nuove costruzioni in più delle preesistenti. E che così sia stato lo si desume anche dal fatto che proprio nel XVII secolo l'alta valle di Gressoney, il cosidetto *Oberteil*, raggiunse l'apice del suo più grande sviluppo demografico contando oltre 600 abitanti, ridotti oggidì a meno di 100, anche comprendendo la forte percentuale degli immigrati che nulla hanno a che fare con la popolazione locale.

Nè comunque l'abbandono della maggior parte dei canali dev'essere considerata, come forse si potrebbe sospettare, come una diretta conseguenza

della naturale trasformazione dell'economia montana, poichè la graduale evoluzione della attività prevalentemente agricola in quella prettamente pastorale ebbe soltanto inizio verso la fine del XVIII secolo. Del resto l'acqua non è meno necessaria all'alpeggio che all'agricoltura vera e propria.

In un ordine di fatti naturali di ben più vasta portata devono dunque essere ricercate le cause che condussero a tale abbandono. La mancanza di braccia in seguito alla peste tutt'al più può avere accelerato ma non determinato il fenomeno. La coincidenza dello scoppio della peste col periodo dell'abbandono dei canali dev'essere considerata come un fatto del tutto fortuito. Anzi è da presumersi che l'abbandono si sia verificato in modo graduale e che abbia avuto inizio già verso la fine del XVI secolo ma sopratutto dal XVII secolo in poi.

Tutti i canali dei quali si conosce in modo esatto e sicuro l'anno o gli anni in cui furono costruiti, e sono parecchie diecine, *datano dal principio del XIII secolo alla fine del XV*; nessuno venne costruito in epoca posteriore, nè nel XVI secolo nè in quelli successivi. Noi vediamo quindi che si ebbero due periodi molto distinti fra di loro: uno precedente al 1500, caratterizzato in tutta la regione montana dalla costruzione di numerosi canali, ed uno susseguente in cui l'uso di questi canali venne per la maggior parte abbandonato e ciò senza che si sia verificato una qualsiasi radicale trasformazione nell'economia montana, che, per quanto è a nostra conoscenza, fu caratterizzata da una attività prettamente agricola e relativamente chiusa tanto nel primo che nel secondo periodo.

Bisogna quindi logicamente pensare che siano intervenuti delle sensibili variazioni nelle condizioni climatiche, ossia che nel *primo periodo ebbe a prevalere un clima caldo-asciutto con scarse precipitazioni, donde la necessità di una attiva irrigazione per i bisogni agricoli, mentre il secondo fu invece piuttosto freddo-umido con abbondanti precipitazioni dimodochè i canali, avendo persa la loro primitiva importanza, vennero un poco per volta abbandonati.* Naturalmente dette variazioni climatiche non si produssero in modo rapido, ma gradualmente nel corso di molti e molti decenni fors'anche di un secolo e più ancora. Vedremo in seguito che queste variazioni ci vengono confermate dalle grandi oscillazioni dei ghiacciai alpini. Basti per ora ricordare che questi ebbero sempre nel complesso dalla seconda metà del XVI secolo alla metà del XIX, uno sviluppo piuttosto grande, anzi fra i maggiori della storia, mentre d'altra parte molti fatti ci dicono che essi risultarono invece molto ridotti nei secoli precedenti.

Anche il Kinzl (op. cit.) descrive i resti di molti antichissimi canali di irrigazione per il vicino Vallese. Detto studioso perviene alla conclusione, contrariamente a quanto ritengono le popolazioni locali, che i canali fu-

rono costruiti in epoca antichissima allorchè i ghiacciai ebbero uno sviluppo inferiore a quello attuale, venendo successivamente abbandonati per forza maggiore per il progredire delle fronti glaciali che resero impossibile le relative prese d'acqua.

Particolare rilievo merita l'antico e ben noto canale di Oberried, nella regione del grande ghiacciaio di Aletsch, del quale sono ancora visibilissimi in parecchi punti i relativi muri di sostegno. Il Kinzl, che ha esaminato con una minuta e critica ricerca sul posto le varie possibilità sull'origine delle acque captate per l'alimentazione di detto canale, perviene alla conclusione che la relativa presa non può aver avuto luogo che alla fronte del ghiacciaio, la quale per conseguenza dovette presentarsi ritirata di circa 5 km. rispetto alla sua posizione attuale. D'altra parte non esclude la possibilità che possano corrispondere ad una continuazione del canale di Oberried i resti d'una antica strada con muri di sostegno che Agazziz [1 e 2], Desor [25] e Hoggard [51] videro correre lungo il ghiacciaio di Aletsch nei pressi del Lago Marielen e che ogni tanto scomparivano sotto la stessa massa glaciale. Comunque anche in questo caso il ghiacciaio dovette avere un minor sviluppo e l'abbandono del canale ebbe a verificarsi in seguito al sopravanzare di quello. Il Kinzl avanza in proposito l'ipotesi che i resti di due canali, che si vedono posti a diversa altitudine nel bosco di Aletsch, siano stati costruiti in epoche diverse: allorchè il più elevato dovette venire abbandonato per il sopravanzare del ghiacciaio, venne costruito quello più in basso. Un fatto analogo ebbe a verificarsi al ghiacciaio di Trient dove si vedono presso la morena del massimo sviluppo del 1818 i resti d'un antico canale che a valle si ricongiunge con un altro tutt'ora in funzione.

Quasi certamente ad un minor sviluppo dei ghiacciai durante il medioevo deve imputarsi l'origine del vecchio canale — le cui vestigie sono state descritte da Stebler [80] — che in continuazione del canale di Augstbord attraversando tutta l'alpe omonima andava a captare le acque del Jungtal. Poichè attualmente il canale di Augstbord — che irriga i prati di Törbel — viene alimentato soltanto dalle acque dell'alpe omonima bisogna ammettere che esse non fossero allora sufficienti e per conseguenza che non esistessero i piccoli ghiacciai che tutt'ora sussistono nei recessi del suo bacino. Del resto anche i resti d'un antico canale esistenti nel Chevilletal e già ricordati dal Venetz sembrano doversi ricollegare ad un'epoca con minor sviluppo glaciale.

Le antiche vie di comunicazione

attraverso gli elevati valichi alpini

Giustamente il Vaccarone nell'introduzione al suo ben noto studio su « *Le vie delle Alpi Occidentali negli antichi tempi* » ebbe a dire che « nelle Alpi c'è si gran numero di tradizioni intorno all'esistenza di vie praticate anticamente ed ora scomparse, che per enumerarle tutte converrebbe scrivere volumi » [90].

Ed in tali vie, alcune delle quali sono ora coperte da ghiacciai e che comunque in generale sono abbandonate dal traffico, si credette di avere la prova sicura per dimostrare che in epoca storica relativamente recente i ghiacciai erano meno estesi di oggidì. Non mancarono tuttavia i critici che negarono tali deduzioni, non potendosi dare a quelle tradizioni alcun maggior valore di quanto si possa attribuire alle comuni leggende. Basti in proposito citare il giudizio che di esse ha dato il Richter [72] il quale così concluse la sua critica scientifica sulle tradizioni relative ad una minor estensione delle masse glaciali anteriormente al XVI secolo: « Es liegt keine einzige wirklich gut beglaublgte Nachricht vor, welche uns nöthigen würde anzunehmen dass in historischer Zeit vor dem 16 Jahrhundert, die Alpengletscher dauernd kliener gewesen seien als jetzt ».

Anzi data la scarsità di documenti scritti, il che ci sembra una conseguenza naturale per quei antichi tempi, è invalsa fra gli studiosi la credenza che molti degli elevati valichi, ad esclusione di quei pochi come il Grande e Piccolo S. Bernardo già conosciuti dai romani, non solo non siano stati percorsi dai montanari ma la cui esistenza non era nemmeno ad essi nota.

Una tale affermazione ci sembra inesatta, direi quasi un controsenso, perchè non è ammissibile che presso un popolo possa essere nata la tradizione del passaggio d'un determinato valico senza averne preventivamente conosciuta la sua reale esistenza. Era invece la gente del piano e per essa l'elemento colto in grado di redigere una relazione, che non conosceva affatto le Alpi perchè non le aveva mai percorse. Ben lo comprovano i primi scritti sulle Alpi i cui autori si sono fondati in massima parte sulle informazioni avute dagli stessi montanari nello stendere le loro descrizioni.

Persuasi che le tradizioni dei nostri montanari, anche se talora un po' esagerate o alterate con l'andar dei secoli, abbiano un fondo di verità riteniamo di poter pienamente condividere l'idea espressa da Coolidge che « les détails relatifs à certaines cols de glacier donnent à penser que, selon toute probabilité, des plus approfondies, avec ici et là des trouvailles heureuses pourraient augmenter le stock de nos connaissances sur ce chapitre. Ils ren-

dent très vraisemblable en outre que les montagnards ont connaitre de longue date un nombre de cols de glacier beaucoup plus grand qu'on ne le croit communément » [15].

Aggiungeremo che i montanari dovevano indubbiamente conoscere e praticare sopratutto i valichi che mettevano in diretta comunicazione i centri di testata delle rispettive valli opposte del crinale alpino, perchè si ha ragione di ritenere che — data la mancanza delle attuali grandi vie di comunicazioni che hanno complicato e deviato il movimento dei traffici — le relazioni commerciali fra i detti centri dovevano essere assai attivi appunto perchè effettuabili per la via più diretta, più rapida e più sicura anche se questa presentava qualche difficoltà.

Del resto le valli alpine verso lo sbocco non presentavano condizioni di viabilità più comode essendo pur esse dotate di semplici mulattiere, poco dissimili dai sentieri che valicavano i colli; per conseguenza come ben dice il Vaccarone « non ci andò molto a comprendere che per passare da una valle in un'altra contigua, la via più breve non era quella di scendere al loro sbocco ma di rimontare i torrenti fino alle sorgenti ».

Ma a parte la questione della conoscenza e dell'uso dei valichi da parte dei montanari, sulla quale non ci dev'essere alcun dubbio, rimane a risolversi il ben più grave problema se l'abbandono delle antiche vie praticate attraverso i valichi nel medio-evo è da considerarsi unicamente come un fenomeno antropogeografico, come crede il Kinzl, in dipendenza della apertura delle grandi vie di comunicazioni che col facilitare i traffici transalpini ne modificarono poco per volta le relative direttrici, o se invece esse andarono gradatamente in disuso per l'aumentare delle difficoltà di transito in conseguenza dell'estendersi dei nevai e delle masse glaciali.

Non è da escludersi che in qualche caso particolare i due fenomeni abbiano potuto concorrervi entrambi contemporaneamente, ma in linea generale si ha ragione di ritenere che il secondo fattore abbia prevalso sul primo e ciò per il semplice fatto che l'aumento delle masse glaciali, essendosi iniziato verso la metà del XVI secolo, ha preceduto di molto la grande trasformazione nell'economia montana i cui primi sintomi si sono avuti soltanto nel corso del XVIII secolo.

Ma al riguardo riteniamo di fare un altro rilievo di interesse ancor maggiore ai fini delle nostre indagini. In tutte le opere dei primi autori che trattano delle Alpi in genere e comparse nel XVI secolo (Tschudi [86], Stumpf [83], Munster [65], Simler [79], ecc.), troviamo ricordati e descritti anche dettagliatamente parecchi valichi anche i più elevati come le dirette vie di comunicazione fra le valli contigue; altrettanto si può desumere dagli antichi documenti principalmente del XIII secolo a tutto il XVI. Ma, nè nei primi nè nei secondi, è fatto cenno che i passi siano stati abbandonati o che comunque fossero poco praticabili.

Si è soltanto nel XVII secolo con l'Arnod [5] e nel XVIII con Scheuchzer [75], Tillier [84], Gruner [44], De Saussure [23] che vengono specificatamente rilevate per la prima volta le non poche difficoltà di transito attraverso molti valichi per l'aumento delle masse glaciali.

Ma è sopratutto nella letteratura della prima metà del secolo scorso col Durandi [28], Schott [78], Engelhardt [29], Fröbel [36], Forbes [31, 32], La Sarraz [37], Schiner Hildebrand [76], Desor [25], Agassiz [1, 2], Godeffroy [39], Wyss [97] ed in particolare col Venetz [92] che noi vediamo riportate qua e là le varie tradizioni locali sulla maggior frequenza di transito in epoca passata attraverso molti valichi resisi impraticabili in seguito all'aumento dei ghiacciai.

E molte di quelle vie attraverso i colli erano anche dotate di ottime mulattiere in parte lastricate come comprovano le relative vestigie, che, nonostante l'enorme distruzione operata dal gelo e disgelo nel corso di tanti secoli, si sono conservate qua e là. Così dicasi delle mulattiere che dalle valli di Lanzo per i colli dell'Alteretto e d'Arnas conducevano alla Moriana, quella attraverso il Colle della Seigne, quelle che da Ollomont e da Prarayé comunicavano rispettivamente per il Colle di Fenètre e per il Col di Collon con la valle di Bagnes e con Evolena in Val d'Herens, nonchè quelle, per non citare che le più importanti, che per il Colle del Teodulo e per il Monte Moro portavano rispettivamente dalla Valtournenche e dalla Valanzasca nelle Valli di Zermatt e di Saas.

Il traffico attraverso il Monte Moro (2862 m.) doveva essere molto attivo nel medio-evo come risulta da un titolo del 1219 che lo dimostra già frequentato in quest'epoca [37] e dalla pergamena del 30 maggio 1403 [6], epoca in cui venne decretata la *ricostruzione* della strada del Monte Moro fra gli abitanti della Valanzasca e del Vallese, tenendosi a Macugnaga (Pecetto) dal 16 al 31 agosto una fiera per antichissima concessione, fiera assai frequentata specialmente dagli abitanti del finitimo Vallese, il quale vantava dei diritti su di essa probabilmente perchè vi era stata trasferita dalla valle del Visp. Alla pergamena del 30 maggio 1403, citata dal Belli, verosimilmente si riferisce pure, per quanto non vi sia perfetta concordanza di data, PETER JOSEPH ZURBRUGGEN (= Zurbriggen) nella sua cronaca « *Die Geschichte des Thales Saas aus etlich hundert Schriften zusammengetragen* ». Dice questa cronaca: « 1440 wurde von den Saasern und denen von Antrona die uralte Strasse über den Berg hergestellt: beide mussten ihren Teil erhalten bis auf den Gipfel des Berges ». E più oltre: « Auf Antrona und Makugnaga passirte man vor Zeiten häufig mit Pferden, mit allerhand Vieh und vielen Kaufmannswaren, und wurden schon im Jahr 1440 uralte Pässe genannt ».

L'intenso traffico anche di merci, citato dal Zurbriggen, verrebbe anche comprovato dalla informazione datami dal cav. Pala di Macugnaga,

appassionato studioso di quella regione, che ancora oggidì a ponente del Tannbach, nel punto in cui la strada del nostro colle raggiunge il fondo valle, esiste una roccia chiamata *Ross Tschiuke* (=roccia dei cavalli), perchè ivi sostavano le bestie da soma sia nell'andata che nel ritorno per il colle.

Attualmente, per quanto i ghiacciai risultino in così forte regresso come non si era mai verificato da molti secoli, sarebbe già di per sè un'impresa non facilmente attuabile il far transitare anche isolatamente un bovino oppure un mulo col proprio carico. Per conseguenza se si pensa che per contro dal XIII secolo fino certamente a tutto il XV vi transitavano centinaia di capi di bestiame e diecine di bestie da soma, non si può fare a meno di ritenere che le condizioni climatiche di allora fossero sensibilmente diverse.

Un identico confronto si può trarre per il colle del Teodulo (3322 m.) che fin da epoca indeterminata ed in modo certo nel XII secolo [84] e nel XIII [43] fu uno dei più importanti e più frequentati valichi fra la valle d'Aosta ed il Vallese, specialmente per il commercio del bestiame: tanto che, secondo la tradizione un tempo era cosa tutt'altro che rara vedere transitare carovane intere di 25-30 muli [74].

Indipendentemente dai varî oggetti che vi furono trovati, monete, lancie, ferri da cavallo ecc., riportati dal Coolidge [17], vogliamo soltanto far rilevare la profonda differenza di giudizio che sulla sua viabilità ne danno lo Tschūdi e l'Arnod. Lo Tschudi — ben noto per l'esattezza delle sue descrizioni e dalle cui opere attinsero si può dire la maggior parte dei successivi autori — nella sua opera « *Gallia Comata* » (terminata prima della sua morte nel 1572, ma pubblicata solamente nel 1758) parlando del nostro colle che deve aver visitato verso il 1528, dice che in « estate si può sempre attraversarlo senza timore sia a cavallo che a piedi » [86].

L'Arnod [5] invece nella sua relazione del 1694 afferma che il valico è « trés difficiles à cause des crevasses », ciò nondimeno si può attraversarlo ma « non sans danger à cause de l'intempérie de l'air et des crevasses fréquentes qui obligent les passants à porter des aix pour le traverser ».

Se le due descrizioni sono esatte, ossia corrisposero alle reali condizioni del ghiacciaio dei rispettivi periodi, bisogna dedurre che queste fossero profondamente diverse. Ed infatti, come vedremo in seguito, i ghiacciai raggiunsero un grande sviluppo soltanto dopo la fine del XVI secolo.

Nè in modo migliore dell'Arnod si espresse poco meno di un secolo dopo il Gruner [44] nel 1760 dicendo che per portarsi da Praborna (Zermatt) a Valtournenche bisogna attraversare « un gran campo di ghiaccio che ora monta ed ora discende e che è intersecato da crepacci che sono assai faticosi e pericolosi per i viaggiatori ».

Il colle del Teodulo ha avuto anticamente nei rapporti tra il Vallese con la valle d'Aosta una importanza ben maggiore di quanto si potrebbe

sospettare essendo stato conosciuto anche dalle popolazioni di quelle valli che non comunicano direttamente con essa. Infatti esso rappresentava per così dire il punto di congiunzione di molte vie tanto dal nord che dal sud. Per esso erano obbligati a passare non solo quelli che provenivano direttamente da Zermatt, ma anche quelli dalla valle d'Herens per il colle omonimo, dalla valle d'Anniviers e dal Turmanntal per il Col Durand. D'altra parte dal sud vi convenivano oltre quelli della Valtournenche, anche i montanari della valle d'Ayas per le Cimes Blanches ma sopratutto i tedeschi del Krämertal (= Val di Gressoney) [16].

Ed ora esaminiamo le vicende dei Colli Fenêtre (m. 2812), Collon (m. 3132) e d'Herens (m. 3480) che presentano un interesse del tutto particolare per le deduzioni di notevole importanza che se ne possono trarre. La documentazione che comprova come questi colli fossero in passato molto frequentati e di facile accesso è veramente abbondante ed a mio parere inoppugnabile.

L'Alpe di Chermontana alla testata della valle di Bagnes, ha appartenuto fin dal XIII secolo ai Conti (poi Duchi di Savoia) che la diedero in feudo a diversi Signori della valle d'Aosta i quali a loro volta la subaffittarono a pastori valdostani [18]. Questi per recarsi ad usufruire i pascoli della predetta alpe dovettero necessariamente attraversare col loro bestiame e relative masserie il Colle di Fenêtre e ciò non meno di volte per ogni anno: nell'andata al principio dell'estate ed alla fine per il ritorno ai quartieri d'inverno. I Vallesi, mal sopportando il possesso dell'alpe da parte dei Valdostani, più volte si permisero di utilizzare questi pascoli, donde continue liti — terminate nel 1576 con la rinuncia dei Valdostani al possesso dell'alpe — dimodochè il nostro colle ha dovuto essere abbastanza frequentato dai Valdostani [14] (vedasi in proposito anche il brano di BOCCARD: *Histoire du Valais*, pagg. 182-187 riportato « Boll. C.A.I. », n. 65).

Del resto anche le relazioni commerciali fra la valle di Ollomont e quella di Bagnes dovevano essere molto intense come risulta da documenti trovati nell'archivio del comune di Bagnes relativi al libero transito per il colle Fenêtre concesso dai Duchi di Savoia al detto comune (Chan. DE RIVAZ: *Documents diplomatiques*). Le dette comunicazioni erano anche facilitate da una grande strada le cui vestigie sul versante di Ollomont sono state trovate e descritte dall'abate Henry [46]. Da tutto ciò bisogna dedurre che le condizioni del terreno si presentassero relativamente facili per il transito attraverso il colle.

In seguito a partire dal XVII secolo, e forse prima ancora, esse dovettero mutare di molto, determinando il suo graduale abbandono. Infatti l'Arnod [5], che salì al colle poco prima del 1694 dice: « par ce passage de Fenêtre l'on y va avec des montures à demi charge, mais le *glassier* se rend toujour *plus* difficile et dangereux ». Dunque il ghiacciaio andava sempre

più aumentando e pare anche che ostruisse in parte il valico, fatto che non si verifica più al presente.

Poco meno di un secolo dopo il Bourrit [8, 9] che raggiunse il culmine del colle tra il 1775 ed il 1778 parlando della strada che porta a Chermontana dice che essa non è praticabile « que pendant quinze jours dans toute l'année ». Anche Ebel nel 1793 [18] afferma che questo valico è praticabile soltanto quattordici giorni all'anno e che è pericoloso e terribile. Nè in termini migliori si esprime Hildebrand Schiner nella sua *Description du Departement du Simplon* del 1812 [76].

Se nei secoli precedenti al XVII le condizioni del nostro colle non fossero state realmente più favorevoli a quelle che ci vengono descritte dall'Arnod e dai successivi autori, ci sembra in verità che sarebbe stata superflua la concessione fatta ai Vallesi del libero transito attraverso il colle per il commercio col Piemonte, nè avrebbe avuta alcun fine la costruzione della relativa strada. Tanto meno poi sarebbe stato possibile ai pastori Valdostani di valicare il colle due volte per anno per portarsi all'alpe Chermontana col numeroso bestiame e le altre impedimenta, se il transito avesse potuto effettuarsi soltanto per due settimane, periodo troppo breve per permettere di usufruire interamente dei pascoli dell'alpe.

Al riguardo ci sembra quanto mai significativo il fatto che i Valdostani abbiano lasciato cadere e il processo e le loro pretese sui pascoli di quell'alpe soltanto nel 1576, ossia proprio verso l'epoca dell'inizio del progresso glaciale, che, come vedremo, ebbe un suo primo grande massimo ai primissimi del XVII secolo. Non è quindi da escludersi che le sempre maggiori difficoltà di transito abbiano indotto i Valdostani ad abbandonare i loro diritti sull'alpe.

Ma in proposito è ancor più istruttiva la interessante storia dei colli della testata della Valpelline propriamente detta dei quali si hanno ampie e documentate notizie [18, 19, 66].

Da documenti conservati negli archivi di Evolena in Valle d'Herens risulta che i Conti di Savoia avevano concesso al detto comune, come per quello di Bagnes, libero transito in Piemonte attraverso i colli des Bouquetins (3418 m.) e di Collon (3132 m.) [88]. Ciò vuol dire che vi doveva essere un traffico commerciale abbastanza attivo sia in un senso che nell'altro e per conseguenza doveva pure esservi una strada della cui esistenza, come si vedrà, si hanno anche delle prove documentate. Gli abitanti d'Evolena si recavano per la vendita e l'acquisto di bestiame ad Aosta sul cui mercato avevano un posto fisso chiamato *Marché d'Herens* [36] come pure a Bionaz per fare riposare il bestiame durante la notte [19]. Anche gli abitanti di Valpelline avrebbero avuto un posto al mercato di Evolena.

Secondo il canonico Marguerettaz [12] esisterebbe nel comune di « Herin un titre » (probabilmente Evolena) nel quale si parla anche d'una

grande fiera che si teneva a Prarayé, allora abitato tutto l'anno da numerose famiglie e dove esistevano anche dei campi e dei molini. A questa fiera convenivano col loro bestiame dal nord le popolazioni di Evolena e da sud quelle della Valtournenche e di Torgnon per il colle di Chavacour; i resti di questa mulattiera, in parte pavimentata, sarebbero tutt'ora conservati qua e là.

Anche da documenti conservati negli archivi vescovili di Sion, si può desumere che detta strada, risalendo il vallone per il Col Collon continuava fino ad Evolena. Era questa non solo una via commerciale ma anche militare. In valle d'Herens l'alpe di Arolla confinante con quella di Prarayé ha appartenuto fin dal XIII secolo ai Conti di Savoia ed è restata ad essi fino al 1475 in cui i Vallesi si sono rivoltati contro i Duchi di Savoia e si sono resi indipendenti. I Conti (e poi Duchi) di Savoia per esercitare il proprio dominio sui loro poco fedeli e turbolenti sudditi Vallesi dovevano necessariamente passare per Prarayé ed il Col Collon e quindi provvedere alla manutenzione della strada per il passaggio delle truppe [66].

Acquistata la propria indipendenza, per impedire o meglio per rendere più difficile il passaggio delle truppe del Duca, nel caso che questi avesse tentata la riconquista dei suoi antichi domini, il 25 gennaio 1517 i Vallesi riuniti in numerosa assemblea a Sion decisero di bloccare e distruggere la strada fino al colle. Ecco il testo della decisione: « Quod transitus ex valle de Hérens per ipsarum alpes et montes ad locum vallis Pellinae tendens versus vallem Augustae debeat *removeri, cassari, annullari, ac ruinari,* ut nemo ultro illic transire possit ». Nel 1525 questa decisione fu nuovamente ricordata a varie riprese dal Consiglio di Stato del Vallese agli abitanti d'Herens ai quali era anche rigorosamente interdetto dall'usare ulteriormente il valico del Collon [19].

I fatti suesposti dimostrano che almeno dal XIII secolo fino al principio del XVI le condizioni del nostro colle dovevano essere ben diverse da quelle attuali in cui non solamente il valico, ma anche entrambi i versanti, ed in particolare quello settentrionale, sono coperti da estesi ghiacciai.

Quello che nella prima metà del XVI secolo non fecero o non riuscirono a fare i Vallesi per la distruzione della strada onde impedire le comunicazioni e in particolare la venuta delle truppe Savoiarde, lo compirono poco più tardi i ghiacciai. Infatti l'Arnod nella più volte citata relazione del 1691-94, dopo aver descritta la valle d'Herens continua « Et poursuivant d'environ d'une heure de chemin par des lieux estroits et précipiteux l'on y trouve le mesme grand glassier d'Otemma , par lequel il faut grimper pour venir à la sommité de la traitte de trois heures de chemin, tout par des crevaces, précipices et dangers, en sorte que encor qu'on y passé quelques betail cella n'a pas esté fréquent, et *celuy qui s'etoit hasardé une fois n'y retourne pas la seconde,* puisque les personnes mesmes ont peine d'en sortir à cause

des tours et détours que causent les crevaces et fentes du glacier, et si le mauvais temps s'y donnoit il faudroit y périr. A la sommité qui fait les confins des Estats discontinue le glacier et s'appelle Orein, où l'on a fait une guérite qui est inutile à cause qu'en hiver elle se remplit de neige par le vent, la quelle se rendant en glace au printemps ne se dissipe point en esté. Depuis la sommité recommence le glacier avec une rude descente tirant à droitte contre un gran mont, avec des grands dangers pendant une heure, et depuis le glacier pendant une heure aussy par des mauvais chemin tirant au midy l'on y trouve le village de Prarayé ».

Quale profondo contrasto! Se anche anteriormente al XVII secolo le condizioni del colle fossero state uguali a quelle che vengono descritte dall'Arnod ci si potrebbe porre la domanda se sarebbe stato possibile e veramente necessaria, come dicemmo dianzi, la costruzione e relativa manutenzione d'una strada mulattiera e se sarebbe stato fattibile tutto quel gran passaggio di uomini, truppe, bestiame con relativa fiera alla testata d'una valle alpina a 2000 metri d'altitudine, tutt'intorno chiusa da una elevata muraglia coperta in gran parte da ghiacciai e da nevai e per le cui finestre di Collon e des Bouquetins non passano ormai più che alpinisti e... contrabbandieri!

Le conclusioni alle quali siamo pervenuti per il Colle Fenêtre a maggior ragione si debbono trarre per i colli dell'alta Valpelline e per il Col Collon in particolare, che ancora oggidì, pure in così profondo periodo di regresso, è coperto da una ininterrotta massa glaciale e che si raggiunge dal versante settentrionale percorrendo quasi per intero il grande ghiacciaio di Arolla. Non possiamo quindi condividere l'idea del Kinzl (op. cit., pag. 380) che la diminuzione del traffico attraverso questi colli debba considerarsi semplicemente come un fatto antropogeografico, essendo stata imposta dalle difficoltà di transito per l'aumento delle masse glaciali.

In questa zona delle Alpi, ma a nord e leggermente fuori della catena spartiacque principale si trova ancora il Col d'Herens (m. 3480) il più elevato di tutti quelli finora esaminati, completamente ghiacciato mentre immensi ghiacciai si estendono pure su entrambi i versanti. Mentre oggidì è quasi ignorato e percorso soltanto da qualche alpinista, nella storia del medio-evo ebbe invece a rappresentare una parte molto importante, diremo quasi eccezionale, non solo per le dirette comunicazioni tra Zermatt e la val d'Herens, ma anche tra le valli d'Herens e d'Anniviers e persino della Turtmannthal con la Valtournenche come ha ben messo in evidenza il Coolidge in due interessantissimi articoli [16, 20].

Già nella prima metà del XVI secolo lo Tschudi nella sua *Gallia Comata* e lo Stumpf nella sua *Chronik* ricordano in modo ben chiaro, senza dargli un nome specifico, il Col d'Herens come il passaggio più diretto per recarsi dalla valle d'Aosta attraverso il Colle del Teodulo e Zermatt nella

valle d'Herens e a Sion. Nel XV secolo il transito per esso doveva essere ancora assai frequente come ebbe ad affermare un anonimo autore di un articolo comparso nel *Journal de Lausanne* del 1791: « Dans le quinzième siècle encore, les alliances mutuelles entre ceux de la Vallée de Viége et d'Ivolena étaient si fréquentes que le curé de St. Martin était obligé d'entretenir un Recteur allemand, et Ivolena compte encore aujourd'hui plusieurs familles sorties de Zermatt » [4, 26]. Le citate emigrazioni attraverso il Col d'Herens di famiglie tedesche di Zermatt stabilitesi nei dintorni di Evolena devono essersi verificate certamente dal principio del XIV secolo, e forse prima ancora, fino poco dopo la seconda metà del XVI perchè nei documenti conservati negli archivi parrocchiali di S. Martin i nomi di casati di Zermatt compaiono ad Evolena per la prima volta nel 1358 e successivamente nel 1585 [74]. Nel 1443 un'intera colonia di Zermattesi col proprio bestiame e relative masserizie andò a stabilirsi alla frazione Villa di Evolena. Il Ruden nella sua citata opera informa ancora che le famiglie tedesche di Zermatt nella valle d'Herens erano talmente numerose che il vescovo di Sion, in seguito a loro domanda scritta in data 14 aprile 1364, ebbe ad ordinare al curato di S. Martin — come risulta da un documento in data 19 giugno 1455 al quale probabilmente ebbe a riferirsi l'autore del sopracitato articolo comparso sul Journal de Lausanne — di provvedere che sia nominato un capellano che conosca la lingua tedesca e che doveva risiedere oltre Evolena (1).

Una interessante conferma sulle dirette comunicazioni di Zermatt e la valle d'Herens risulterebbe ancora dai pelligrinaggi che gli abitanti di Zermatt facevano ogni anno a Sion. Trascriviamo le informazioni date al riguardo dal curato Ruden e riportate pure dal Coolidge nel suo studio sul Colle d'Herens. « Secoli fa la vallata di Zermatt ha assai sofferto per tempeste e tormenti. Gli abitanti di Zermatt dunque fecero un voto d'inviare ogni anno a Sion il curato ed otto uomini per visitarvi tre chiese, a ciascuna delle quali essi dovevano fare un'offerta in denaro. Ma siccome questa processione non si potè fare che con le più grandi difficoltà, il vescovo di Sion e le genti di Zermatt fecero un accordo (datato col 20 maggio 1666) secondo il quale la processione si sarebbe fatta ogni anno solamente fino al casale di Täsch (borgata situata a 6 km. a valle di Zermatt) dove diversi canoni dovevano esser pagati, e ancora una certa somma alle tre chiese di Sion ».

È da ritenersi che la via seguita sia stata quella per il Colle d'Herens, come ammette il Venetz, perchè la più diretta per portarsi a Sion. A tale conclusione si deve inoltre logicamente pervenire per l'accenno fatto nell'accordo sulle grandi difficoltà che comportava il viaggio da Zermatt a Sion,

(1) Ricordo incidentalmente in proposito che anche la popolazione di Gressoney ebbe a fare una petizione ai Duchi di Savoia perchè venisse concesso un prete che sapesse bene il tedesco perchè quello di lingua francese non era compreso.

perchè in verità non si saprebbe immaginare quali « *difficoltà* » potevansi incontrare percorrendo invece la valle fino a Visp e di là a Sion. Le cause che hanno per così dire determinato la stipulazione del predetto accordo vengono per altre considerazioni a confermare che la via seguita in tale pellegrinaggio sia stata realmente quella per il Colle d'Herens.

Se soltanto nel 1666 si venne al predetto accordo perchè il pellegrinaggio « *non si potè più fare che con le più grandi difficoltà* » bisogna dedurre che queste non esistessero in precedenza e che le medesime non possano certamente esser sopravvenute lungo la valle del Visp ma soltanto attraverso il colle. Ora la sola causa verosimile che può aver determinata una maggiore difficoltà di transito dev'essere stato un eccezionale aumento delle masse glaciali.

È risaputo che i ghiacciai ebbero un primo grande massimo ai primissimi del XVII secolo e per conseguenza circa un cinquantennio prima dell'avvenuto accordo. Ciò ha indotto il Kinzl a negare alcun valore a questo pellegrinaggio a favore dell'ipotesi d'un precedente più facile accesso al Col d'Herens. Non condivido l'idea del Kinzl. È assai probabile che per molti anni, allorchè si fecero troppo grandi le difficoltà per attraversare il colle, i Zermattesi abbiano compiuto il pellegrinaggio soltanto saltuariamente, interrompendolo in seguito del tutto. Tale interruzione ed in particolar modo la mancata offerta di denaro, avrà indotto il vescovo di Sion a fare le dovute rimostranze. E così tra discussioni, sopraluoghi e preleminari accordi fino alla stipulazione dell'accordo definitivo, possono benissimo essere trascorsi una sessantina d'anni e forse anche più, che invero non sono poi molti per quell'epoca. Del resto quante controversie si sono trascinate anche per secoli prima della loro risoluzione!

Il Fröbel [36] racconta di aver saputo dalla guida che nel 1839 l'accompagnò nell'alta valle d'Herens che al ghiacciaio di Ferpècle erano stati trovati dei ferri di cavallo e delle punte di alabarda. Tali ritrovamenti se realmente avvenuti, verrebbero a comprovare direttamente la frequenza e la facilità di transito del valico. Vuolsi anzi che fosse già conosciuto dai Romani che vi passarono con le loro legioni e ciò in base ad una moneta romana che sarebbe stata trovata da un turista all'Alpe Bricolla alla testata della val d'Herens (notizia che il Fröbel dice di aver avuta dalla stessa guida), nonchè dall'iscrizione pure romana col nome di Catullo rinvenuta nel 1790 presso la morena destra del ghiacciaio di Ferpècle a monte della medesima alpe Bricolla [4]. Facciamo però notare che questa iscrizione, la cui autenticità è stata messa in dubbio, non fu mai più rivista da alcuno.

Ciò nondimeno torna interessante in proposito la notizia data dal curato Berclaz di Evolena al Coolidge [20] che una strada doveva passare in quella regione perchè sussiste ancora nei pressi di La Sage a monte di Evo-

lena un pezzo di strada che porta il nome assai significativo di « *Via Antiqua* ».

Abbiamo già ricordato, come risulta da documenti conservati negli archivi parrocchiali di Evolena, che i Conti di Aosta avevano concesso a quel Comune la libertà di transito commerciale con la valle d'Aosta per il Col Collon ed il Col d'Herens (passando successivamente il Colle del Teodulo come abbiamo detto sopra). Se all'epoca della concessione il valico d'Herens fosse stato ghiacciato su entrambi i versanti come tutt'ora una tale concessione sarebbe incomprensibile.

Anche il vicino Col Durand (m. 3474) alla testata della valle d'Anniviers pare che fosse pure frequentato prima dell'avvenuto aumento dei ghiacciai e non tanto per le dirette comunicazioni con la valle di Zermatt quanto in particolare per i rapporti col Piemonte passando successivamente il Colle del Teodulo. Dice in proposito lo Studer [81, 82] di aver appreso nel 1835 da pastori dell'alpe Arpitetta, posta alla testata della valle d'Anniviers (Zinal), che « negli antichi tempi era praticato un passaggio per il ghiacciaio di Durand che conduceva ad Aosta »; (senza dubbio dopo il Col Durand passando il Colle del Teodulo). Nel 1839 il Fröbel racconta che la guida che l'accompagnava nella sua visita alla valle d'Anniviers ebbe a dirgli che « i ghiacciai si sono avanzati molto in questi ultimi anni poichè un tempo si poteva portarsi facilmente da questa valle in Italia » [36].

Anche Ruden, il curato di Evolena già più volte citato, ricorda che secondo la tradizione le comunicazioni tra la valle di Zmutt con quella d'Anniviers e d'Herens erano un tempo meno difficili; che i montanari d'Anniviers con le loro bestie da soma hanno attraversato la cresta a NE della Dent Blanche e si sono portati nella valle d'Aosta per procurarsi delle provvigioni. A conferma ricorda che alla montagna *Schönbühl*, posta sotto il Col Durand sul versante di Zmutt, esiste una località che ancora oggidì si chiama *balma degli Anniviardi*.

Ancora il JEGERLEHNER, nella sua piccola *Guida* della valle d'Anniviers del 1904, riferisce che a più riprese i vecchi d'Anniviers gli ebbero a dire che in altri tempi mercanti di bestiame con vitelli erano venuti dalla Valtournenche nella valle d'Anniviers (evidentemente passando prima il Colle del Teodulo e poi per il Col Durand).

In tutte queste tradizioni della valle d'Anniviers appare singolarmente interessante e degno di particolare rilievo il fatto che si accenni sempre a dei rapporti con una valle che non confina direttamente con essa ma che si può raggiungere soltanto dopo aver attraversato il Colle del Teodulo. Ora tutto ciò, oltrechè confermarci sotto certi rispetti la fondatezza di tali rapporti, fa dubitare che molto probabilmente dopo il passaggio del Col

Durand ci si portava al Colle del Teodulo e quindi alla Valtournenche tenendosi molto alti ossia senza scendere a Zermatt.

Se si pensa che i Colli d'Herens e Durand sono tutt'ora dei veri valichi glaciali di accesso tutt'altro che facile e che ciò nondimeno furono realmente, come pare probabile, conosciuti e praticati negli antichi tempi, non dovrebbero poi sembrare tanto assurde e da relegarsi del tutto fra le leggende anche le tradizioni relative al transito del colle del Gigante (m. 3323) al Monte Bianco tra Courmayeur e Chamonix, del Felikjoch (m. 4068) tra Gressoney e Zermatt [63] ed il Colle delle Loccie (m. 3353) al Monte Rosa tra Alagna e Macugnaga [28]. E così dicasi ancora del Mönchsjoch (m. 3560) tra Grindelwald e Fiesch nel Vallese già citato dal Venetz e riesaminato dallo Studer [81].

Il Venetz ricorda pure che dalla valle di Lötsch a Gaster nell'Oberland Bernese anticamente esisteva una strada mulattiera — successivamente ostruita in parte dalla massa glaciale — della quale erano state trovate le relative vestigie. E così ancora nella Turtmannthal sarebbero stati scoperti grandi tratti di una strada pavimentata che dai maggenghi di Gruben e Meiden di detta valle conduceva alla contigua valle del Visp attraverso l'Augstbordpass, ora coperto su entrambi i versanti da ghiacciai morenici o rocciosi che dir si voglia.

Secondo un'antica « *Cronaca* » di Galtur nella valle di Paznaun, una strada portava da Guarda nell'Engadina all'alpe Vermunt attraverso il passo omonimo (m. 2789). Nel 1622 la popolazione dei Grigioni la manomesse onde rendere difficile il passaggio alle truppe austriache. Dice la cronaca che una tale fatica poteva essere risparmiata poichè poco dopo la strada ed il passo vennero ricoperti dal ghiacciaio che, come è noto, ancora attualmente si estende per circa 4 km. dal colle di Vermunt verso l'alpe omonima. Il traffico attraverso il passo doveva essere molto attivo, prima che il ghiacciaio lo ostruisse. Esiste ancora una località detta *Schweizerboden* dove annualmente, prima dell'ostruzione del valico, si teneva una grossa fiera di bovini e di cavalli; nelle vicinanze esisteva pure una locanda della quale sono ancora visibili gli avanzi [45].

Del resto si sa che Galtur [15] soltanto nel 1383 fu autorizzato di avere un proprio prete per il servizio della chiesa costruita nel 1359 mentre fino allora esso dipendeva dalla parrocchia di Ardez nell'Engadina. La ragione di questa separazione fu dovuta alla difficoltà delle comunicazioni tra le due località durante l'inverno attraverso il passo di Futschöl, pur esso ora ghiacciato e che avendo un'altitudine di m. 3773, risulta soltanto di pochi metri meno elevato di quello di Vermunt.

Prima di chiudere questo capitolo mi sembra ancora opportuno di ricordare una convenzione citata dal Durandi [28] del 31 agosto del 1270 tra

Ibleto Visconte di Aosta e Signore di Challant per sè ed i suoi uomini e la Curia superiore ed inferiore e gli uomini della Valsesia, conclusa in particolar modo per difendersi dalle depredazioni e dalle violenze che gli uomini della Valanzasca commettevano sui villaggi e sulle alpi della contigua Valsesia spingendosi anche nelle valli del Lys e di Challant. In detta convenzione i Valsesiani s'impegnavano di catturare i predoni e di ritogliere loro la refurtiva « *salvo tamen* » che i medesimi passassero sopra « *Molera Alagnae, et sicut confinit Casera Versi et Acoreae* (1) *insuper versus montem* » e non fossero discesi a valle, nel qual caso cessava il loro impegno.

Da tutto ciò, come giustamente fece già rilevare il Giordani [38] bisogna desumere: 1) che nella valle di Bors esisteva un fortilizio con la relativa guarnigione, dal che bisogna a sua volta ammettere che il passaggio era già da parecchio tempo molto frequentato e che per esso doveva passare la strada di comunicazioni tra la Valanzasca e la valle d'Aosta attraverso il Col d'Olen e della quale il Giordani dà il probabile tracciato sulla scorta delle relative traccie; 2) che necessariamente doveva pure esistere una strada più elevata attraverso i ghiacciai del Monte Rosa, strada praticata dai predoni e per la quale, secondo la convenzione, cessava da parte dei Valsesiani l'impegno della sorveglianza.

Il Durandi ritiene, come pure il Bianchetti [7] che i predoni si portassero dall'alpe Pedriola al Colle delle Loccie (m. 3353) « *ormai inaccessibile forra* » tutta ghiacciata su entrambi i versanti, mentre ancora nel tredicesimo secolo « *usavano gli uomini di Macugnaga ed altri di Valanzasca varcar per questo stretto e sorprender quelli delle due terre di Gressoney e massime i costoro pastori innoltrati in su per quelle alpi* ». (Durandi, op. cit., pag. 82).

E poichè i predoni per esser sicuri di non venir sorpresi dovevano tenersi più in alto dell'alpe Bors, il Giordani opina che una strada — con qualche traccia visibile — passasse attraverso gli attuali ghiacciai delle Vigne e della Sesia ed il promontorio di *Piowe* e successivamente per l'*Ubelgtoneberg* ed il ghiacciaio di Bors al colle delle Pisse.

Qualunque sia stata la via seguita dai predoni della Valanzasca posso accertare, perchè conosco molto bene quelle aspre zone, che oggidì una tale impresa sarebbe non solo difficile ma direi quasi pazzesca! Se i predoni della Valanzasca potevano riportare nella loro valle la refurtiva ed anche il bestiame rubato nella valle di Gressoney, senza punto scendere nel vallone di Bors, come comproverebbe la sopracitata convenzione, bisogna logicamente ammettere che in quell'epoca i ghiacciai del Rosa fossero meno estesi e per conseguenza sensibilmente diverse le condizioni climatiche.

(1) Casere di Bors e Dshafejatz secondo il Giordani.

E così parimenti per le medesime ragioni dovevano essere più frequentati e di più facile accesso tutti gli altri valichi anche i più elevati, come abbiamo dimostrato. Le relative tradizioni, contrariamente alle opinioni espresse dal Richter e dal Kinzl sono quindi da presumersi non solo verosimili ma abbastanza fondate da molte e varie circostanze.

Lo sviluppo dei ghiacciai alpini in epoca storica e le relative oscillazioni.

Nella seconda metà del secolo scorso era prevalsa l'idea che gli attuali ghiacciai rappresentassero gli ultimi relitti della glaciazione wurmiana e che per conseguenza corrispondessero precisamente ad uno stadio di ritiro post-dauniano. I molteplici studi recenti sul contenuto in polline dei depositi torbosi alle testate delle valli alpine prossime alle regioni degli attuali ghiacciai verrebbero invece a comprovare che nel post-dauniano vi è stato un interglaciale a clima caldo con notevole innalzamento del limite climatico del bosco; in conseguenza l'attuale glaciazione risulterebbe del tutto separata dalla glaciazione del periodo dauniano e post-dauniano.

È indiscutibile che in tutta la regione interposta tra i depositi dauniani — per lo più complessi e molto imponenti — ed i grandi apparati morenici laterali, che accompagnano e che si spingono talora per oltre un chilometro a valle delle fronti attuali ricollegandosi ai relativi archi morenici frontali, *non esistono in genere sistemi di morene* che presentino qualche importanza degna di rilievo.

I depositi morenici degli attuali ghiacciai — le cui conoscenze sono state ottimamente riassunte e discusse dal Kinzl nel suo magistrale studio più volte citato — sono di età relativamente recente e tutti riferibili ai grandi progressi del 1602-1644, del 1820 e del 1855 (1). I rarissimi casi di morene più antiche non riferibili ai predetti massimi e che si trovano più a valle, con tutta probabilità non devono considerarsi come preistorici ma precisamente post-dauniani e per conseguenza distinti dall'attuale glaciazione.

Possiamo quindi concludere che i ghiacciai alpini non hanno mai subìto in epoca storica dei progressi maggiori a quelli verificatisi negli ultimi 350 anni.

I tre grandi massimi del 1602 -1644, 1820 e 1855, per quanto poco differenti fra di loro nei rispettivi sviluppi, in modo particolare i due primi,

---

(1) Non intendiamo punto dire che per tutti i ghiacciai i rispettivi massimi si siano verificati proprio nei predetti anni, ma soltanto l'epoca in cui pressapoco ebbero luogo.

non furono per tutti i ghiacciai uguali e decrescenti dal primo all'ultimo. Nè pare, per quanto è dato di desumere dai numerosi studi sui varii ghiacciai, che si sia verificata un'assoluta prevalenza di uno sugli altri due massimi. Ciò nondimeno in genere lo sviluppo verso il 1820 fu quello che maggiormente si distinse per la sua grandiosità sia in lunghezza che in potenza.

Per molti ghiacciai i massimi di sviluppo del 1602-1644 (1), del 1820 e del 1855 furono regolarmente decrescenti con un distacco maggiore in genere fra i due ultimi. Talora gli sviluppi frontali del 1644 e del 1820 furono uguali come ad esempio per il ghiacciaio di Tour in Savoia, o quasi uguali come per i ghiacciai della valle di Bagnes e del Miage al Monte Bianco. La regolare decrescenza è stata desunta non solo dalla potenza delle relative morene laterali ma, come in modo particolare per i ghiacciai d'Argentière e du Bois in Savoia, di Grindelwald superiore e del Rodano, dai rispettivi archi morenici frontali e fronto-laterali dei quali quello del 1820 si presenta di consueto, ma non sempre, più potente rispetto agli altri due.

È indubitato che il progresso del 1820 si presentò per molti ghiacciai — come ad esempio per quelli di Tour, Bosson, Bionnassay, Trient, Brenwa, Lys, Verra, Allalin, Fee, Findelen, Inferiore di Grindelwald, Morterasch per non citare che i più importanti — d'uno sviluppo così imponente quale la storia non ricorda. Le fronti raggiungendo o sopravanzando i limiti del massimo del 1602-1644 ricoprirono nel primo caso o distrussero nel secondo caso i corrispondenti depositi morenici. In conseguenza, come ben si osserva per i ghiacciai di Tour, Bosson, Unter Grindelwald, nelle rispettive regioni frontali compaiono soltanto due ordini di morene: quelle più esterne e più potenti del 1820 ed internamente quelle del successivo progresso del 1855. Queste ultime non compaiono sempre perchè talora parzialmente rimaneggiate come è avvenuto per i ghiacciai Grande di Verra e del Lys al Monte Rosa.

I ghiacciai che ebbero la loro massima lunghezza verso il 1855 (Gorner, Zmutt, Arolla, Ferpècle, Zinal, Aletsch, Unteraar, Forno, ecc.) distrussero a loro volta i depositi morenici frontali dei precedenti sviluppi, dimodochè gli archi più esterni corrispondono a quest'ultimo grande massimo. Non ha mancato di verificarsi qualche volta che detto massimo si rilevasse uguale a quello del 1602 oppure a quello precedente del 1820, talora in tutte le parti altre volte soltanto parzialmente; in conseguenza, dove si è verificato il contatto, è ben riconoscibile la sovrapposizione dei nuovi materiali più freschi su quelli basali più antichi visibili soprattutto nelle parti marginali esterne, come ad esempio appare in diversi punti nella grande morena laterale di sinistra dei ghiacciai del Lys e Grande di Verra.

---

(1) Per i ghiacciai della Savoia secondo gli studi del Mougin [60] i progressi del 1644 sono stati superiori a quelli del 1602.

E così nella regione frontale del Fieschergletscher — il cui massimo del 1855 è stato inferiore a quello del 1602 ma superiore al massimo del 1820 del quale distrusse la corrispondente morena — si hanno due ordini di depositi frontali di cui quello più esterno è indubbiamente da ascriversi al primo massimo del principio del XVII secolo e quello immediatamente successivo al massimo della metà del XIX.

Nei complessi apparati morenici dei ghiacciai del Miage e di Macugnaga di origine plurisecolare, perchè depositatisi con varie alternative nel corso delle diverse oscillazioni succedutesi tra la fine del XVI secolo a tutt'oggi, non sempre in ogni parte è possibile determinare l'età delle singole dorsali moreniche. Per il ghiacciaio di Macugnaga le due morene più esterne, comprese fra le due diramazioni frontali, sono certamente del massimo del 1820, con qualche parziale sovrapposizione superficiale dei materiali del successivo massimo del 1860 che fu leggermente inferiore. Il complesso delle morene più interne è invece più antico e riferibile al massimo del XVII secolo — che fu il maggiore di tutti — ed alle varie oscillazioni succedutesi fino al massimo del 1820. Nulla esclude però che nello zoccolo vi possa esistere qualche residuo di materiale dauniano.

Parlando di massimi di sviluppo è d'uopo far distinzione fra estensione in senso longitudinale ed in senso trasversale: quest'ultimo in certo qual modo comprende anche lo sviluppo in potenza. I tre massimi dei quali abbiamo parlato riguardano gli sviluppi in senso longitudinale, che, per quanto un po' diversi da un ghiacciaio all'altro, si sono manifestati nel complesso entro limiti molto ristretti.

Gli sviluppi in larghezza pare che abbiano avuto luogo con maggiore regolarità nel senso d'una decrescenza dal primo al terzo massimo nelle rispettive estensioni delle parti superiori e mediane delle lingue glaciali. Anzi tale diminuzione si sarebbe maggiormente manifestata nello sviluppo del 1820 rispetto a quello del 1602. Non è questa una semplice supposizione, ma la logica deduzione che si deve trarre dal fatto che per quasi tutti i ghiacciai, salvo rare eccezioni, si constata la presenza su uno o su entrambi i fianchi d'una duplice o triplice serie di morene laterali riferibili dall'esterno all'interno rispettivamente ai tre massimi del 1602-1644, 1820 e del 1855. Così in particolare nei ghiacciai del Lys, Brenwa, Unter Aarr, Unter Grindelwald, Zinal, Findelen, Aletsch e Bionnassay si osservano ben distinte le morene del 1602 da quelle del 1820.

Mentre le morene frontali del massimo del 1820 si presentano in genere più potenti di quelle del 1602, le laterali sono invece minori. Da tutto ciò si può dedurre che nei secoli precedenti i ghiacciai furono per la maggior parte più larghi e più potenti, ma in genere si espansero meno verso valle che durante i due successivi massimi. Al riguardo merita d'esser segnalata la particolare caratteristica presentata dal progresso del 1855 in cui, mentre

le fronti glaciali nella loro rapidissima discesa raggiunsero sovente i limiti del 1820 se pur non li sopravanzarono, d'altra parte, come ben si osserva ad esempio per il ghiacciaio del Lys, le potenze delle lingue glaciali furono assai minori non raggiungendo sui fianchi le creste delle morene laterali del precedente massimo. Questa maggiore estensione in lunghezza è forse da collegarsi al fatto constatato per parecchi ghiacciai che i progressi del 1820, ma particolarmente del 1855 furono piuttosto di breve durata ma estremamente rapidi, raggiungendo talora anche una discesa di 150 m. all'anno.

Ma prescindendo da tutte queste particolarità rimane oramai accertato che i tre progressi del 1602-1644, 1820 e del 1855 furono i massimi assoluti verificatisi tra il XVII ed il XIX secolo. Nè pare che tra gli uni e gli altri si siano avuti dei notevoli regressi degni di rilievo. In conseguenza tutto il lungo periodo che va dalla seconda metà del XVI secolo a oltre la metà del XIX, avrebbe corrisposto ininterrottamente un grande sviluppo glaciale quale la storia non aveva mai registrato in precedenza.

Evidentemente si ebbe anche un notevole abbassamento del limite delle nevi permanenti determinando in conseguenza anche la formazione di nuove masse glaciali in zone che ne erano state prive: così il Venetz dice che a partire dal 1811 nella località detta Büdumynen si è formato un nuovo ghiacciaio sotto il Galenhorn nella valle di Sas la cui esistenza non era mai stata prima conosciuta. Lo stesso dicasi del ghiacciaio di Rothelsch sopra il Sempione e quello di Thaleit ricordato dallo Schlagintweit [77].

Nei secoli immediatamente precedenti i ghiacciai furono molto meno espansi? Le antiche cronache non registrano fatti dai quali si possa desumere che i ghiacciai risultassero più espansi o che comunque abbiano progredito. D'altra parte secondo le tradizioni delle popolazioni montanare è universale la credenza su tutta la catena alpina che i ghiacciai fossero un tempo molto meno sviluppati.

Tale credenza veniva d'altra parte in certo qual modo convalidata dalle centinaia di casi in cui i ghiacciai nei progressi del 1602-1644, del 1820 e del 1855 abbatterono grossi alberi talora anche di 200-300 anni e frequentemente distrussero anche delle costruzioni. Citiamo alcuni dei tipici esempi dei quali parecchi erano già stati ricordati dal Venetz e dall'Heim nel suo trattato di glaciologia [45].

Durante il progresso del XVII secolo del ghiacciaio Superiore di Grindelwald si dovettero abbandonare 2 case e 5 fienili [24]. Il progresso del 1820 distrusse pure una vecchia foresta [56]. Anche il ghiacciaio Inferiore di Grindelwald sulla fine del XVI secolo e al principio del XVII, che già ebbe a ricoprire la cappella di S. Petronilla, invase pascoli e zone coltivate e costretto per il suo sopravanzare ed evacuare molti fienili e 4 case [97].

Informa Mercanton [59], parlando dell'arco morenico esterno costruito dal ghiacciaio del Rodano durante il progresso del 1602, che quando venne tagliata detta morena per la costruzione della ferrovia della Furka, furono trovati alla base della medesima una mezza dozzina di grossi alberi di 55 cm. di diametro e dell'età di circa 260 anni. Come ben dice il Mercanton bisogna ammettere che tutto il piano interno dell'arco fosse rimasto libero per lungo tempo prima che la fronte del ghiacciaio sopravanzasse e costruisse la detta morena. Non è possibile dire donde provenissero precisamente detti alberi, ad ogni modo da una regione a monte ed almeno per tre secoli non occupata dal ghiacciaio permettendo il regolare sviluppo di un bosco.

Dalle accurate ricerche compiute dal Mougin [60, 61] su documenti conservati negli archivi comunali di Chamonix sappiamo che i ghiacciai del versante settentrionale del Monte Bianco durante i progressi del 1602-1610 e del 1644 abbatterono secolari boschi, invasero larghe zone a campi coltivati, a prati e a pascoli distruggendo talora anche interi villaggi.

Abbiamo già veduto che il ghiacciaio di Zmutt a monte di Zermatt ha presentato il suo massimo assoluto verso il 1855. La fronte durante detto progresso distrusse e sopravanzò un'antica morena frontale tutta ricoperta da secolari larici. I tronchi abbattuti e rigettati alla fronte erano così numerosi come i blocchi morenici [27]. Già il Venetz ebbe a ricordare nel 1821 la presenza di questa morena che giustamente giudicò molto antica per la presenza dei secolari larici.

Il ghiacciaio del Gorner, che ebbe pure il suo massimo verso il 1865, invase pascoli, campi coltivati e abbattè non solo fienili, ossia i così detti *stadel*, ma distrusse anche alcune case di una borgata [42, 77]. Secondo Tyndal le case distrutte dal ghiacciaio dopo il 1800 sarebbero state ben 44 [88].

Nel medesimo bacino anche il ghiacciaio di Findelen nel 1849 invase con la sua fronte un'antica foresta [56], fatto che ebbe pure a verificarsi alla stessa epoca nelle rispettive regioni frontali per opera del ghiacciaio di Bois, e dei Fieschergletscher e Unteraargletscher [51]. Del resto il ghiacciaio di Bois già durante i progressi del 1602 e del 1644 aveva rovinate parecchie case e fienili, ricoprendo ricche praterie che anche dopo il ritiro del ghiacciaio rimasero del tutto sterili per l'abbondanza del materiale detritico abbandonato.

E così ancora Heim dice che il ghiacciaio di Aletsch in epoca non ben determinata prima del 1850 raggiunse e distrusse sul fianco destro verso Bellalp alcune vecchie case, fatto pure ricordato dall'Hogard [51], e nel 1849 sul fianco sinistro abbattè un bosco con vecchi alberi di 200-300 anni.

Ricorda il Venetz che sul fianco destro del ghiacciaio del Miage verso il lago Combal all'epoca del grande progresso del 1820 i materiali more-

nici rigettati dal ghiacciaio distrussero il secolare bosco che era cresciuto sul lato esterno. Lo stesso autore informa pure che nel 1821 il ghiacciaio Dent de la Forclaz nel Vallese copriva per intero una specie di ponte in pietra che secondo sicure testimonianze era stato, veduto completamente libero ancora una ventina d'anni prima. Secondo alcuni questa antica costruzione doveva servire di acquedotto per condurre l'acqua ai pascoli dell'alpe di Chamosenze; secondo altri era un vero ponte costruito per condurre il bestiame dall'alpe Chamosenze ai pascoli, successivamente ricoperti dal ghiacciaio, che esistevano sull'opposta sponda del torrente glaciale. Qualunque sia stato l'uso a cui dovette servire questo ponte è certo che se esso è stato costruito non si doveva ritenere che il ghiacciaio potesse un giorno distruggerlo e per conseguenza la fronte doveva essere molto arretrata.

Il ghiacciaio della Brenva all'epoca del grande aumento del 1820, oltre ad ostruire la strada che risale la val Veni, aveva abbattuto sul fianco destro degli enormi larici che secondo Venetz avevano un età non minore di 300 anni comprovando che il ghiacciaio da almeno 2 o 3 secoli non aveva più avuto un così grande sviluppo. Il ghiacciaio per di più premendo fortemente contro lo stesso fianco vallivo aveva disturbata la compagine delle roccie calcaree sulle quali era costruita la Capella di N. D. de Guérison, determinando la sua caduta in rovina [94].

È così ancora il Castiglioni ricorda a proposito del ghiacciaio Malavalle nelle Alpi Breonie che « una descrizione omonima apparsa nel suo Tirorelboten 1825 », nel dare notizie del progresso del secondo decennio del secolo scorso dice che mentre « nella parte alta rimanevano sommersi dal ghiacciaio, sempre più gonfio, vari spuntoni di roccia e passaggi ben noti ai cacciatori di camosci », più a valle « era andato distrutto da più di cento anni tutto il magnifico alpeggio per vacche e pecore chiamato *die Schöne* » [13].

Tutti i fatti sopraricordati vengono ampiamente a confermare che nei secoli immediatamente precedenti i ghiacciai dovettero mantenere uno sviluppo alquanto minore a quello verificatosi durante i citati progressi. Del resto i già menzionati scoprimenti di grossi ceppi avvenuti in quest'ultimo cinquantennio presso le fronti glaciali vengono a loro volta pienamente a comprovare che le masse glaciali anteriormente al XVII secolo dovettero avere uno sviluppo ancor più piccolo di quello attuale che pur si presenta già tanto ridotto rispetto all'enorme sviluppo avutosi anteriormente alla metà del secolo scorso.

Altre notizie già menzionate da diversi autori meritano ancora di essere enumerate se pur succintamente perchè i relativi fatti non potrebbero venire giustificati se non ammettendo una molto minor estensione nei ghiacciai.

Il ghiacciaio del Lys, dopo il grande progresso del 1820 s'era ritirato tanto da mettere allo scoperto la sbarra rocciosa di Roos nella quale — sebbene non sia mai stata libera da ghiaccio a memoria d'uomo secondo la testimonianza fatta dallo Zumstein al Forbes nel 1842 [31, 32], — erano stati trovati segni evidenti di buchi per la ricerca dell'oro. Poichè dopo XVII secolo, come s'è detto più volte, i ghiacciai mantennero sempre uno sviluppo piuttosto grande e di molto superiore all'attuale, bisogna ammettere: 1) che le ricerche aurifere siano state fatte in epoca anteriore al 1600; 2) che la fronte del ghiacciaio si trovasse allora talmente arretrata da rendere sicure le predette ricerche.

La fronte dell'Hufigketscher a cominciare dal 1780 ebbe talmente a progredire da ricoprire tre ripiani di successive sedi estive per l'alpeggio. Anche in seguito al grande ritiro operatosi tra il 1850 ed il 1880 è ricomparso soltanto il ripiano della sede inferiore, e, com'è naturale, del tutto ricoperto da materiale morenico sparso, mentre il ghiacciaio nascondeva ancora le due sedi superiori [45].

Nella valle d'Herens il ghiacciaio di Ferpècle dovette avere anteriormente al XVII secolo e per lungo tempo uno sviluppo molto ridotto. Due fatti vengono a confermarlo. Prima di tutto la presenza delle casere dell'alpe Ferpècle la cui costruzione presuppone l'esistenza nelle immediate vicinanze di adeguati pascoli per il mantenimento del bestiame. Tuttora invece la regione circostante è ricoperta da abbondante detrito morenico sparso e soltanto scarsamente erbosa dimodochè le casere risultando sempre abbandonate sono andate in rovina [34]. Vuole infatti la tradizione locale che il ghiacciaio di Ferpècle non sia molto antico: e che « il recouvrerait un alpage, partie prarie et partie forêt, ou les tropeaux restaient plus tard en autonome que dans tous les autres alpages de la commune d'Evolène ». (Da una lettera indirizzata dal curato di Evolena Berclaz a Coolidge [20].

Appare quindi quanto mai fondata la notizia comparsa nel *Journal de Lausanne* del 1791 [4, 26] e successivamente ricordata anche dal Fröbel [36], dell'esistenza in Evolena di un atto di permuta dal quale risulterebbe che verso il 1400 un appezzamento di prato della frazione di Haudères — la cui regione è ancora oggidì fra le più fertili di Evolena — è stato dato in cambio di un altro di quasi uguale estensione situato a Manzette e che sul finire del XVIII secolo era occupato dal ghiacciaio. Notiamo che la località chiamata oggidì Manzette trovasi sull'ultima morena della sponda destra del ghiacciaio di Ferpècle a monte dei pascoli di Bricolla. Evidentemente le condizioni di fertilità dei due appezzamenti dovevano essere pressochè uguali, se le superfici erano pure pressochè uguali, poichè oggidì tale permuta si presenterebbe illogica data l'aridità dei pascoli di Manzette, in parte ricoperti dalla morena; per conseguenza bisogna dedurre che la massa glaciale si trovasse e si sia mantenuta molto lontana per lungo tempo.

Qualche cosa di simile, sebbene non perfettamente analogo, si è verificato a Macugnaga sotto il Belvedere. È notorio, e vari documenti notarili la comprovano, che tutta la regione cosidetta delle *Burcke* era coltivata a prati ed a campi. È bensì vero che quanto non distrusse il ghiacciaio durante il progresso del 1820, lo fece in scala molto maggiore la grande alluvione del 1868, ad ogni modo la loro esistenza comprova indirettamente che le fronti del ghiacciaio di Macugnaga dovevano trovarsi in precedenza molto più lontane di quanto non siano oggidì.

Il can. Rivaz (*Documents diplomatiques*) ha trovato negli archivi del Comune di Bagnes l'atto di un processo tra il detto Comune e quello di Liddes relativo ad una foresta, situata nel territorio di Bagnes e del quale Liddes rivendicava la proprietà. Questa foresta non esiste più. Sembra che la relativa località sia ora occupata dal ghiacciaio.

Ancor più interessante è il caso ricordato da Heim di alcune miniere d'oro e d'argento negli Alti Tauri, già citate da Polibio, la cui coltivazione, che era fiorentissima nel Medio Evo andò di molto scemando nel XVI secolo perchè l'entrata delle gallerie superiori era stata ostruita dal ghiacciaio. Una di queste entrate nel 1570 trovavasi già coperta per 20 m. dal ghiacciaio e nel XVIII secolo da 100, ed ancora da 40 nel 1875 allorchè il ghiacciaio aveva già di molto diminuito. Anche le relative costruzioni vennero ricoperte dal ghiacciaio ricomparendo in parte, ma per poco, nel 1770. Soltanto dopo la grande diminuzione della seconda metà del secolo scorso alcune di esse ritornarono a giorno, ma altre risultarono sempre nascoste.

Un fatto analogo si sarebbe verificato nella valle di Chamonix dove il paese di Argentière avrebbe preso il nome da una miniera d'argento successivamente ricoperta dal ghiacciaio. Riferisce Bourrit [8, 9] che secondo le vecchie tradizioni 200 anni prima del 1600 la fronte del ghiacciaio trovavasi ancora molto lontana dal paese e non avrebbe ancora del tutto ricoperta la miniera.

Deduzioni non meno interessanti si possono pure trarre sull'anteriore stato del ghiacciaio dell'Unteraar da uno schizzo pubblicato dall'Altmann [3] e dovuto al medico Cappeler che lo disegnò probabilmente sul principio del XVIII secolo; nonchè da una relazione — pubblicata dal Wäber [95, 96] — che il Märki fece nel 1721 sulla scoperta della grotta dei cristalli avvenuta 3 anni prima. Da essi si deduce che il ghiacciaio ebbe nella prima metà del XVIII secolo uno sviluppo molto ridotto. E se tale sviluppo fu allora minore nonostante il ben noto grande progresso del XVII secolo, bisogna ammettere, come ben dice il Kinzl, che esso fosse più ridotto ancora nei secoli precedenti. A tale conclusione si è anche condotti perchè i nativi avevano assicurato al Cappeler che il ghiacciaio era sempre andato aumentando senza alcuna interruzione abbattendo un bosco, ricoprendo anche parecchi bei pascoli sì da costringere a portare più in basso le casere. Kastho-

fer [53] che visitò la grotta nel 1821, allorchè il ghiacciaio non aveva ancora raggiunto il suo massimo sviluppo, dice di aver dovuto raggiungere l'entrata attraversando il ghiacciaio. Se ciò avessero dovuto fare anche i precedenti visitatori, evidentemente lo avrebbero detto. In conseguenza la fronte glaciale dovette trovarsi molto più atterrata.

La distruzione del villaggio di S. Jean de Purtud in Val Veni sopra Courmayeur viene attribuita al grande progresso del ghiacciaio della Brenwa verificatosi dopo il XVI secolo. Pare che da documenti del XIV e XV secolo risulti comprovata l'esistenza d'un villaggio chiamato S. Jean de Purtud ove oggi si estende la grande morena laterale destra del ghiacciaio della Brenwa il quale l'avrebbe distrutto in un successivo progresso [94]. In proposito tornano interessanti certi scavi fatti nel piano alluvionale che hanno messo a giorno del carbone [91].

Lasciando a parte lo sfondo religioso che la tradizione ha voluto attribuire al progresso del ghiacciaio, rimane però il fatto — a quanto pare assodato — che la chiesa di S. Jean de Purtud è stata eretta molto prima di quella di Courmayeur. Dirò incidentalmente al riguardo che la preesistenza dei centri alle testate delle valli rispetto a quelli maggiori più a valle di oggidì è un fatto abbastanza comune e che va quasi generalizzandosi con i nuovi dati forniti dall'esame dei vecchi documenti degli archivi. Così è certo che Pecetto nell'alta Valanzasca preesistette a Staffa; nel Vallese Zmutt è più antico di Zermatt e così ancora Orsia rispetto a Tachen nell'alta valle di Gressoney. Tutto ciò ci sembra che possa giustificarsi soltanto ammettendo un sensibile innalzamento del limite climatico e per conseguenza una notevole riduzione delle masse glaciali.

Se ancora nel XV secolo esisteva il villaggio di Purtud nella parte della Val Veni ora occupata dal ghiacciaio della Brenwa e dalle sue morene verosimilmente dovevano esservi dei prati e dei campi come nell'attuale regione d'Entrèves, che, in seguito ai grandi progressi della seconda metà del secolo XVI e del XVII, vennero completamente distrutti e coperti dalla grande massa glaciale sopravanzante.

La medesima tradizione aggiunge ancora che sul versante del Mont Noir du Pétéret, che guarda il ghiacciaio della Brenwa, esistevano pure alcuni *châlets* detti de Pertuis e che lo stesso ghiacciaio avrebbe distrutto nel suo progresso portando in basso frammisti al materiale morenico le tavole lavorate dei detti *châlets*.

Non è da escludersi che la distruzione di questi *châlets* sia stata operata, anzichè dal normale progresso del ghiacciaio, da una frana di ghiaccio e roccia uguale a quella che nel 1717 si rovesciò sui pascoli e sui casolari di Triolet e d'Ameyron in Val Ferret oppure a quella del 1920 che si abbattè sul ghiacciaio della Brenwa cagionando non pochi danni agli attuali *châlets* del Purtud.

La tradizione della scomparsa del villaggio di S. Jean de Purtud presenta molta analogia con la leggenda relativa all'esistenza della città di Felik che sarebbe stata sommersa dal ghiacciaio del Lys nell'alta valle di Gressoney [63].

Così pure vuole la tradizione che nell'alta valle d'Ayas esistesse prima del grande progresso dei ghiacciai, il villaggio di Vera dipendente dalla parrocchia di Praborna (Zermatt) nel Vallese, ed in appoggio di questa asserzione i vecchi d'Ayas si ricordavano d'aver veduto un piccolo tratto di mulattiera che andava a perdersi sotto il ghiacciaio [40].

Il prof. Ulrich [89] dice che al posto del ghiacciaio di Zmutt nell'alta valle del Visp doveva prima trovarsi il villaggio di Tiefenmatten circondato da prati e campi.

D'altra parte gli abitanti di Grindelwald e di Lauterbrunnen assicurano che i ghiacciai ancora attualmente coprano ampie regioni delle loro valli che un tempo erano ricche di pascoli, fatto che sarebbe comprovato da documenti autentici.

Un po' dappertutto, dal Vallese e dall'Oberland al Tirolo si riscontrano fra le popolazioni montanare tradizioni di tal genere, molte delle quali coll'andar del tempo sono state alterate dando ad esse uno sfondo religioso dimodochè sono da relegarsi fra le leggende vere e proprie. Ciò nondimeno non è da escludersi che lo spunto iniziale abbia un fondo di verità collegata ai grandi progressi glaciali, poichè le tradizioni e le leggende che ne sono nate non sono altro che il riflesso di quelle avanzate.

Abbiamo veduto infatti che i ghiacciai anche durante i grandi progressi del secolo scorso invasero regioni abitate, pascoli, abbatterono boschi secolari e non poche volte distrussero anche degli abitati. A maggior ragione è da ritenersi che fatti consimili — donde l'origine delle tradizioni e delle leggende — si siano verificati nella seconda metà del XVI secolo e nella prima del XVII. Anzi aggiungeremo quasi certamente ancora su più larga scala, non solo perchè i ghiacciai raggiunsero una potenza non inferiore a quella dei successivi massimi, se pur non la superarono, ma sopratutto perchè il progresso di quell'epoca — che segnò l'inizio di quel grande sviluppo glaciale che caratterizzò il periodo che va dalla seconda metà del XVI a quella del XIX secolo — fu veramente *la prima grande invasione glaciale* che la storia ricordi e per conseguenza dopo un lungo periodo in cui le masse glaciali erano rimaste molto piccole.

Conclusioni

I varii e molteplici elementi raccolti nei capitoli precedenti, debitamente vagliati nel loro intrinseco valore — anche prescindendo da quello più o meno probabile — ci sembrano di tale importanza da poter affermare che in epoca storica anteriore alla metà del XVI secolo:

1) *il limite superiore del bosco è stato più elevato* e il successivo abbassamento non è da imputarsi che in minima parte al fattore antropogeografico;

2) *lo sviluppo della rete dei canali d'irrigazione fu più esteso* e il successivo parziale o quasi totale abbandono dei medesimi non è da considerarsi come conseguenza d'una diminuzione o variazione dell'attività umana;

3) *il transito attraverso gli elevati valichi alpini è stato più facile e quindi più frequentato* ed il successivo abbandono non è stato provocato, essendosi verificato prima, dall'apertura delle grandi vie di comunicazione transalpine che ha mutato il carattere delle relazioni commerciali deviandone il relativo movimento;

4) *i ghiacciai furono molto meno estesi* perchè più elevato il limite climatico delle nevi persistenti; gli sviluppi delle masse glaciali del XVII, XVIII e XIX secolo, come dimostrano i relativi apparati morenici, furono i più grandi che si siano verificati in epoca storica: anzi si può aggiungere che furono i maggiori dopo il massimo ritiro post-dauniano.

Tali fatti naturali così concordanti fra di loro e tutti ugualmente di vasta portata ci permettono di concludere che **il clima sulle Alpi anteriormente alla metà del XVI secolo fu più mite e più secco che nei secoli successivi.**

Dico « anteriormente alla metà del XVI secolo », sebbene si sappia che la prima massima espansione glaciale si sia verificata soltanto ai primissimi del XVII secolo, perchè — dato che il passaggio dal precedente periodo a clima caldo-asciutto a quello successivo freddo-umido non è certamente avvenuto in modo repentino ma per gradi, direi quasi in modo insensibile — è da presumersi quasi con certezza che prima del predetto massimo si siano avuti uno o due periodi trentennali durante le cui rispettive fasi progressive i ghiacciai ebbero già ad assumere progressivamente sempre un maggiore sviluppo.

Per quanto riguarda l'inizio approssimativo del precedente grande periodo a clima caldo-asciutto possiamo dire che esso ha durato certamente parecchi secoli e che varî elementi citati nei precedenti capitoli lo darebbero già iniziato nel XIII secolo. Comunque un dato in proposito si può avere per confronto.

Gli studi sulle oscillazioni dei ghiacciai attuali, principalmente quelle degli ultimi 150 anni, hanno dimostrato che esse si succedono con una certa regolarità. Sulla relativa durata della fase completa (comprendente le due oscillazioni positiva e negativa) non è stato ancora raggiunto l'accordo perfetto fra gli studiosi; ad ogni modo il periodo trentacinquennale del Bruckner [11] o di poco inferiore è quello che sembra il più verosimile.

Le ricerche da me condotte qualche anno fa sulle variazioni secolari del clima del Gran S. Bernardo [64] hanno dimostrata l'esistenza d'una relativa regolare successione di fasi di 33 anni, ognuna delle quali comprende: 1 periodo *freddo-asciutto*, 1 periodo *caldo-asciutto*, 1 periodo *caldo-umido* ed 1 periodo *freddo-umido*, con assoluta prevalenza del secondo e quarto periodo. In conseguenza ogni fase risulterebbe caratterizzata da un periodo caldo-asciutto (*oscillazione negativa*) ed un periodo freddo-umido (*oscillazione positiva*).

Ora i recenti studi sul contenuto in polline nei depositi torbosi, specialmente del Keller nel Vallese [41, 55], verrebbero pure a confermare una identica successione nelle variazioni climatiche del post-dauniano ed in modo particolare l'esistenza d'un interglaciale a clima caldo. E più precisamente dopo lo stadio d'arresto di Daun la temperatura sarebbe andata gradualmente elevandosi, pur mantenendosi molto bassa l'umidità, ossia si sarebbe determinato un periodo *caldo-asciutto* a clima prettamente continentale e con assoluta prevalenza del pino cembro.

Successivamente le precipitazioni andarono gradualmente aumentando mentre la temperatura ebbe a raggiungere il suo culmine. In questo periodo *caldo-umido*, caratterizzato dal prevalere degli abeti e particolarmente dell'abete rosso, i ghiacciai si ridussero di molto scomparendo del tutto sugli elevati valichi alpini come ad esempio al colle del Teodulo; mentre il limite altimetrico del bosco ebbe ad elevarsi dai 200 ai 400 metri.

Seguì un periodo *freddo-umido* a clima oceanico per il graduale aumentare delle precipitazioni e il contemporaneo diminuire della temperatura. In questo periodo prevalsero le piante a foglie larghe che avevano già assunto un largo sviluppo alla fine del precedente periodo.

L'ultima parte del ciclo, per quanto non ben definita, sarebbe stata caratterizzata da un ulteriore variazione climatica — probabilmente da un breve periodo *freddo-asciutto* tendente al caldo-asciutto non chiaramente definito come nelle oscillazioni trentennali — con una sensibile ripresa nella diffusione dei pini.

Come si vede la concordanza nelle varie caratteristiche dei diversi periodi post-dauniani con quelli più brevi delle oscillazioni trentennali non potrebbe invero essere più perfetta.

Da questi studi sul polline dei depositi torbosi risulta poi particolarmente interessante il fatto che il periodo post-dauniano a clima caldo fu

caratterizzato da un grande sviluppo degli abeti con un notevole innalzamento del limite superiore del bosco. Per analogia dovremo di conseguenza dedurre che l'abete rosso da me trovato al Ghiacciaio Grande di Verra verrebbe a comprovare sempre più, come dicemmo, che il clima anteriormente alla metà del XVI secolo fu più caldo e più elevato il relativo limite superiore del bosco.

Ciò premesso si può quindi ritenere che anche nel periodo storico le grandi oscillazioni di maggiore entità, della durata di parecchi secoli, abbiano pure presentato una certa regolarità di successione come le oscillazioni trentennali.

Il grande sviluppo glaciale iniziatosi verso la metà del XVI secolo ha perdurato per oltre la metà del XIX. Il determinare però il suo probabile termine è una cosa un po' difficile anche per la ragione che il passaggio sarà graduale. Ad ogni modo crediamo ch'esso volga verso la fine. E ciò per diverse considerazioni: in primo luogo perchè i ghiacciai attualmente — dopo gli enormi regressi subìti alla fine del secolo scorso ma in particolare modo per la grande riduzione di quest'ultimo quindicennio — presentano le proprie fronti così arretrate come non si era mai verificato dalla metà del XVI secolo in poi. Inoltre per la quasi universale constatazione fatta dai montanari — per usare la frase da essi adoperata — che « *l'alpe va seccandosi* », ossia che i pascoli estivi non dànno più l'ugual rendimento del passato. Così il pascolo di un alpe che in passato era sufficiente per tenere tutta l'estate 60-65 capi di bestiame, da oltre un quarantennio è andato impoverendosi tanto che al presente l'alpe non può più tenere che circa la metà, senza che ciò possa comunque attribuirsi ad una diminuita cura nella manutenzione dell'alpe. Ed in conseguenza va facendosi sempre più sentire la necessità dell'irrigazione e, dove non è possibile, del ripristino degli antichi canali.

Questa osservazione dei nostri montanari troverebbe in certo qual modo una conferma nella sensibile differenza fra le quantità delle precipitazioni che sono cadute nella prima metà del secolo scorso e quella negli anni successivi fino a tutt'oggi.

Ammessa quindi la possibilità che il grande periodo freddo-umido stia per giungere al suo termine, la relativa durata sarebbe stata di circa 400 anni e per conseguenza se, come pare, vi è stata una certa regolarità di alternanza e di durata, anche nei grandi periodi secolari come in quelli trentennali, il grande periodo caldo-asciutto precedente alla metà del XVI secolo avrebbe dovuto iniziarsi verso la metà del XIII e probabilmente anche prima. Osiamo credere di non essere molto lontani dal vero.

Tale supposizione infatti potrebbe trovare una indiretta conferma dalla considerazione che le emigrazioni tedesche dall'alto Vallese nelle varie direzioni talora anche attraverso elevati valichi, come quella nella valle di

Gressoney (= *das Krämerthal*) attraverso il Monrosa, datano appunto dal XIII secolo.

Due fatti meriterebbero ancora di essere chiariti e conosciuti; ossia di quanto fosse in media più elevata la temperatura e minori le precipitazioni nel periodo anteriore alla metà del XVI secolo e di quanto fosse più elevato allora il limite inferiore del nevato e per conseguenza il limite superiore del bosco e della vita vegetativa in genere.

Anche a questo proposito non possiamo procedere che per confronti. Dalle citate ricerche da me condotte sulle variazioni del ghiacciaio del Lys e della temperatura e delle precipitazioni al Gran S. Bernardo per il periodo di 113 anni, è risultato che la temperatura dei periodi caldo-asciutti si mantiene di pochi decimi al di sopra della normale, ed un po' di più, talora anche di mezzo grado, al di sotto della medesima nei periodi freddo-umidi; mentre la differenza nella quantità delle precipitazioni fra i due periodi si aggira su una media annuale di circa 300 mm.

In linea approssimativa si può ritenere che valori (beninteso medî) in più ed in meno dello stesso ordine di grandezza, e quasi certamente non superiori, siano stati sufficienti per determinare le sensibili differenze climatiche intercorse fra il periodo anteriore alla metà del XVI secolo e quello successivo.

Per quanto riguarda il limite inferiore del nevato diremo che, in base alle sopracitate ricerche sul ghiacciaio del Lys, tale limite avrebbe subìto tra i due massimi del 1821 e del 1921 un *innalzamento medio* di 70 m., valore press'a poco uguale a quello trovato dal Castiglioni [13] per il ghiacciaio del Malavalle. Invece il dislivello assoluto tra le rispettive altitudini degli estremi linguali nei predetti due massimi risultò precisamente di 160 m.

Sollevamenti sensibilmente superiori debbono aver caratterizzato il periodo anteriore alla metà del XVI secolo. Abbiamo già veduto che il limite superiore del bosco dovette essere più elevato non meno di 300 m. Tale valore deve considerarsi come un minimo assoluto perchè si ha ragione di credere che in realtà il limite climatico sia stato ancor più elevato.

Naturalmente ammettendo dei sollevamenti di un così elevato ordine di grandezza ne conseguirebbe che ad esempio i ghiacciai avrebbero presentato rispetto al presente una riduzione tale da rimanere perplessi. Eppure una così forte riduzione non deve stupire nè dev'essere punto giudicata come un'ipotesi da relegarsi fra le leggende come si usa fare delle tradizioni dei nostri montanari, se si pensa che alcuni ghiacciai dell'Islanda nel solo periodo dal 1844 al 1915, ossia nel corso di poco più di 70 anni, hanno ridotta la loro superficie di 300-400 chilometri quadrati!

Il prof. Keilhack [54] ha potuto stabilire in base a successivi rilievi che la riduzione del ghiacciaio di Glama, il quale nel 1844 aveva una superficie di 410 kmq. « è giunta al punto che il vertice culminante di quota 920 è ri-

masto spoglio di ghiaccio o neve; intorno ad esso, ultimi avanzi dei 400 kmq. di ghiaccio stanno cinque piccole accumulazioni di neve, meglio nevati che ghiacciai » [67].

È bene tener presente che tale enorme riduzione ha potuto manifestarsi perchè si tratta di ghiacciai di pianoro senza notevoli differenze altimetriche e quindi la diminuzione ha avuto luogo quasi contemporaneamente su tutta la superficie.

Ciò nondimeno in confronto a questa enorme riduzione dei ghiacciai dell'Islanda, l'estensione alla quale si dovrebbero considerare ridotti i nostri ghiacciai nel Medio-evo rispetto al presente, sarebbe molto meno forte perchè attraverso gli elevati valichi ora ghiacciati avessero potuto sussistere quelle strade di comunicazione, relativamente facili volute dalle tradizioni.

In proposito ci sembra molto esatta e di grande valore l'osservazione fatta dal Mougin [60] nell'esaminare le distruzioni di interi villaggi e di ampie zone coltivate che erano state provocate dai progressi dei ghiacciai del bacino di Chamonix nel XVII secolo. Dice il Mougin « la présence des deux villages sur des terrains aussi accessibles aux eaux de l'Avre et de ses affluents de gauche démontre bien qu'avant le XVII siècle il s'était écoulé une longue série d'années où on n'avait pas observé de telles divagations torrentielles; peu à peu les habitants s'étaient emparés des alluvions en plaine, s'y étaient installés à demeure jusqu'au jour où les flots, reprenant leur domaine, vinrent les en chasser. Il semble donc qu'on puisse conclure avec quelque vraisemblanche qu'au XVI siècle, au moins, les appareils glaciaires de la vallée de Chamonix n'ont eu qu'un très faibles développement ».

Una conferma indiretta che anteriormente al XVI secolo le condizioni climatiche fossero sensibilmente diverse da quelle attuali e che per conseguenza anche lo sviluppo dei ghiacciai sulle Alpi risultasse alquanto minore, si può pure trarre fuori dell'ambiente alpino e precisamente dalle variazioni di livello del mare.

È ormai ammesso che l'espansione glaciale quaternaria ha notevolmente abbassato il livello marino perchè una grande quantità d'acqua venne sottratta alla massa oceanica e fissata sotto forma di ghiacciai a coprire estese superfici continentali.

Le variazioni del livello marino per il formarsi e per il successivo sciogliersi dei ghiacciai quaternari sarebbero state, a seconda della valutazione dei diversi autori sullo spessore delle calotte glaciali, da un minimo di 50-60 metri (Daly) ad un massimo di 600 (Croll) [70].

Tali variazioni ci vengono comprovate dall'esistenza lungo le coste d'una piattaforma sommersa a dolce inclinazione fino ad una profondità di circa 100 metri, con manifeste traccie d'una idrografia subarea come è stato rilevato, in base alle carte delle isobate, dal Molengraaff per la piatta-

forma che unisce la penisola di Malacca e Sumatra a Borneo; dal De Marchi per il bacino dell'alto Adriatico [22] e dall'Issel per il golfo di Genova [68].

Il problema di questi spostamenti nelle linee di spiaggia trova nelle variazioni di livello del mare per effetto delle oscillazioni glaciali una spiegazione più spontanea e persuasiva che non nei movimenti reali delle terre emerse.

Ciò premesso esaminiamo le vicende del Serapeo a Pozzuoli, chiamato comunemente tempio di Serapide e che dai geologi è considerato come uno dei casi più tipici di bradisismi recenti con carattere d'inversione nel movimento. È noto che le tre colonne principali mostrano nella parte centrale una zona erosa e perforata dai litodomi, mentre la parte inferiore e superiore sono quasi liscie ed intatte. L'edificio costruito certamente fuori d'acqua nel terzo secolo dell'era volgare, venne in seguito nel Medio-evo a trovarsi sott'acqua e le relative colonne ricoperte fino a m. 3,60 d'altezza da fanghi marini e da ceneri eruttate dai vicini vulcani, mentre altri metri 2,10 rimasero nell'acqua libera del mare che le corrodeva insieme ai litodomi; soltanto le estremità delle colonne erano fuori d'acqua. L'immersione dovette durare fino al principio del XVI secolo allorchè s'iniziò il movimento inverso che portò nel 1750 al disseppellimento dell'intero edificio. Sul principio del secolo scorso cominciò un nuovo periodo di immersione dimodochè nel 1819 il pavimento del fondo si trovava di nuovo a livello del mare ad alta marea. Da allora il livello del mare andò gradatamente innalzandosi — movimento che continua tuttora — con una progressione annuale, secondo il De Lorenzo — di cm. 1,5 [21].

Per quanto i geologi siano concordi nell'attribuire il fenomeno a lenti movimenti di bradisismo, tuttavia non possiamo fare a meno di rilevare la singolare coincidenza dei predetti periodi di emersione e di sommersione del Serapeo con quelli delle oscillazioni dei ghiacciai alpini durante i passati secoli.

Infatti la prima sommersione, che durò parecchi secoli, si verificò precisamente nel Medio-evo allorchè lo sviluppo dei ghiacciai alpini risultò oltremodo ridotto. La successiva emersione iniziatasi nel XVI secolo ebbe pure a coincidere coll'aumento delle masse glaciali sulle Alpi. La nuova sommersione che perdura tuttora come il regresso dei ghiacciai alpini, cominciò un po' prima dell'inizio della diminuzione di questi.

Quest'ultima mancata coincidenza nell'inizio dei due fenomeni è quasi certamente soltanto apparente, poichè le variazioni dell'attuale livello del mare non dipendono che in minima parte dai ghiacciai alpini, ma sopratutto dalle oscillazioni dei ghiacci dell'Artide e dell'Antartide che d'altra parte ci sono poco note. Nulla esclude quindi che la diminuzione di questi ghiacciai polari si sia iniziata prima di quella dei ghiacciai alpini e per con-

seguenza contemporaneamente alla nuova sommersione della costa partenopea.

Per quanto l'ipotesi dei bradisismi si presenti molto semplice, ad ogni modo questo continuo *movimento ad altalena* ci sembra un po' troppo comodo per spiegare un fenomeno avente dei caratteri di così regolare andamento. La spiegazione che se ne può dare in base alle oscillazioni di livello del mare per effetto delle variazioni periodiche dei ghiacciai, appare non solo più persuasiva, ma anche più fondata.

Dico « fondata » perchè le variazioni di livello del mare sono state talmente *proporzionali* a quelle dello sviluppo dei ghiacciai che la relativa concordanza non potrebbe in verità essere più perfetta. Vediamo infatti che:

a) al più elevato livello del mare del periodo anteriore al XVI secolo corrispose il minimo sviluppo dei ghiacciai;

b) al più basso livello del mare della fine del XVIII secolo corrispose il maggiore sviluppo dei ghiacciai;

c) all'attuale livello del mare intermedio fra i due precedenti, ma più prossimo al minimo della fine del XVIII secolo, corrisponde pure uno sviluppo glaciale intermedio, però più prossimo a quello del principio del XIX secolo.

Ammessa quindi che esista una corrispondenza fra le oscillazioni glaciali e le variazioni di livello del mare, la sopracitata sommersione delle colonne del Serapeo durante il Medio-evo sarebbe non solo una nuova prova ma, diremo quasi, la conferma più sicura della grande riduzione delle masse glaciali delle Alpi anteriormente al XVI secolo (1).

Un'altra considerazione credo ancora opportuno di dover fare. È bensì vero che principalmente nell'ultimo cinquantennio, per quanto i ghiacciai siano andati arretrandosi, si è verificato un enorme abbassamento del limite altimetrico delle abitazioni permanenti per un fenomeno complesso colle-

---

(1) Non è da escludersi che le malsane condizioni di vita di cui tratta il prof. GELLIO CASSI nella sua opera « *Terraferma, lagune ed isole venete nell'Alto Medioevo* » (vedasi la recensione nel Bollettino della Reale Società Geografica Italiana, n. 5, 1936) siano state una conseguenza dell'innalzamento del livello del mare per effetto della diminuzione delle masse glaciali, tantopiù essendosi quelle iniziate verso il XIII secolo e perdurando ancora nel XVI come avvenne per Aquileia. « Del resto la più superficiale osservazione al complesso delle isole venete ci mostra che anche oggidì all'evidenza come alcune di esse, che un tempo godettero fama e splendore, ora sono quasi del tutto abbandonate, e taluna è anche od in tutto od in parte, scomparsa. Nel tempo stesso non può colpire il fenomeno, svoltosi in un lungo periodo di tempo, quello cioè dell'accentramento di gran parte della popolazione lagunare a Rialto, ossia nel punto di mezzo della Laguna, in uno spazio relativamente ristretto: fenomeno che muta radicalmente il sistema economico-portuale dell'età romana, che consisteva nel distribuire le attività in un numero grandissimo di centri commerciali, sparsi sulle rive del mare o lungo i fiumi più navigabili, e non come avvenne nel Medio-Evo, nel concentrare i traffici, insieme alla vita politica, in un unico luogo » probabilmente perchè più rilevata. Altre attestazioni in proposito permettono di concludere « che quel complesso di fenomeni fisici che si abbatterono sulla terraferma, specialmente sulla parte vicina al mare, venne successivamente a colpire anche le isole particolarmente quelle prossime alla zona marittima-terrestre, della quale finirono col dividere la triste sorte ».

gato allo spopolamento montano. D'altra parte però non riteniamo che l'abbandono dei villaggi del Breuil nell'alta Valtournenche e di Prarayé nell'alta Valpelline possa imputarsi alle medesime cause, perchè il loro abbandono era avvenuto già al principio del XVII secolo ossia in un'epoca in cui si ebbe un vero incremento demografico anzichè uno spopolamento. Riteniamo che la causa del loro abbandono sia da ricercarsi nel peggioramento delle condizioni climatiche. Scrive l'abate Henry a proposito del villaggio di Prarayé [66]: « Si en 1600 il y avait encore 18 familles, il y en aura eu certainement de plus en 1500, 1400 et 1300. Pour vivre, ces familles avaint surtout besoin du blé et de froment (le foin ne manquait pas). Or, en récoltait principalment ce blé et ce froment sur les pentes ensoleillées de Pramontjoux où on voit encore aujourd'hui sur le terrain toutes les traces des champs avec leurs murs de soutènement. A ce Pramontjoux (2100 m.) au couchant et au dessous de Prarayé, chantait même gaiement un moulin, puissant l'eau au torrent d'Oren. La présence d'un moulin à Prarayé indique que la céréaliculture y était assez étendue. Il est parlé de ce moulin dans une *Reconnaissance* du 11 mai 1499: les feudatares de Prarayé passent reconnaissance de ce moulin à leur Seigneur de Quart en ces termes « *recognoverunt tenere in feudum rivagium unius molendini levandum in torrente de Oreyn ad conducendum quo voluerrint infra limites et pertinacias Prati Rayer cum aliis artificiis ipsius molendini et suis conductibus* ».

Anche al presente pur in un periodo di così profondo regresso glaciale, sarebbe un'impresa non facile ad attuarsi il far maturare della segala e del frumento in quella regione ed in quantità sufficiente per mantenere per tutto l'anno 18 famiglie e più. Logicamente le condizioni del clima dovevano essere molto migliori e per conseguenza molto arretrati i ghiacciai.

E tali condizioni di clima migliori dovettero già perdurare da molto tempo se i grandi progressi del XVII e del XIX secolo ebbero ad abbattere antichi villaggi e secolari boschi. Anzi in base ad alcune interessanti osservazioni fatte da Klein e riportate dal Kinzl (opc. cit., pag. 372) ci permettono di andare ancora più in là.

Nelle immediate vicinanze di molti ghiacciai, e precisamente ai bordi esterni dei depositi morenici, si trovano degli antichissimi boschi di larice e di pino cembro. Così il Klein in base ai cerchi di crescita annuale ha trovato nella regione del ghiacciaio di Findelen nella valle del Visp un pino cembro di 1200 anni, ed un altro di 750, nonchè un larice di 500 anni. Ora tutto ciò viene a confermarci, come avevamo già detto, che lo sviluppo glaciale dal XVII al XIX secolo fu non solo il maggiore che si sia verificato in epoca storica ma bensì anche di ogni altra oscillazione succedutasi dopo il ritiro post-dauniano. Aggiungeremo ancora — essendosi le relative oscillazioni manifestate entro limiti molto ristretti — che detto sviluppo corrisponderebbe ad un vero stadio d'arresto, il primo dopo quello dauniano.

E se è vero, come pare venire confermato dai recenti studi sul contenuto in polline dei depositi torbosi [41, 55] che dopo il massimo ritiro post-dauniano si ebbe un interglaciale a clima caldo seguito da un periodo freddo sensibilmente uguale a quello attuale, vien naturale di porsi la domanda se la glaciazione dal 17° al 19° secolo rappresenta il primo stadio di una nuova fase glaciale e se per conseguenza il nuovo periodo caldo che succederà, sarà più pronunziato o meno di quello verificatosi nel predetto interglaciale post-dauniano.

D'Ejola in Gressoney la Trinité, maggio 1936-XIV.

UMBERTO MÒNTERIN.